

Asutuksen ja maatalouden muutokset Itä-Caprivissa, Namibiassa

1970 - 2006

Anni Ruokolainen

171276

Yhteiskuntamaantieteen

Pro gradu -tutkielma

Historia- ja maantieteiden laitos

Itä-Suomen yliopisto

9.10.2012

Tämän tutkielman tarkoituksena on selvittää Namibiassa sijaitsevan Itä-Caprivin maankäytön muutoksia vuosien 1970 ja 2006 välillä. Tarkastelussa ovat erityisesti asutuksen, maatalouden ja tiestön muutokset. Muutoksia tulkitaan vuosien 1970, 1996 ja 2006 ilmakuviin avulla ja samalla arvioidaan ilmakuviin luotettavuutta ja käytettävyyttä tämänkaltaisessa tutkimuksessa. Tutkimuksessa tuodaan esiin maankäytön muutoksiin vaikuttaneita syitä ja perinteisten maankäyttömuotojen tulevaisuuden haasteita. Ilmakuviin lisäksi tutkimuksessa käytetään apuna kirjallisuutta ja alueelle on tehty maastokäynti, jossa on kerätty tietoa tutkimusalueesta ilmakuviin tulkinnan helpottamiseksi.

Itä-Caprivi on kuivan Namibian rehevintä aluetta, jossa harjoitetaan omavaraismaataloutta yhteisomistusalueilla. Maankäyttöön ovat vaikuttaneet pitkän siirtomaahistorian lisäksi vuosittain vaihtelevat sateet ja tulvat sekä esimerkiksi Salambalan suojelualueen perustaminen 1990-luvulla. Oman haasteensa Itä-Caprivin maankäytölle tuovat ilmastonmuutos, väestönkasvu ja toisaalta korkeat hiv- ja aids -lukemat. Väestönkasvun myötä maankäyttöpaineet ovat kasvaneet ja yhä uusia alueita on otettu asutuksen ja maatalouden käyttöön, samalla kun luonnontilaiset alueet ovat vähentyneet hälyttävästi.

Tutkielman ohjaajina toimivat FT Timo Kumpula ja professori Alfred Colpaert.

Tekijä: Anni Ruokolainen

Opiskelijanumero: 171276

Tutkimuksen nimi: Asutuksen ja maatalouden muutokset Itä-Caprivissa, Namibiassa 1970–2006

Tiedekunta/ oppiaine: Yhteiskuntatieteiden ja kauppatieteiden tiedekunta/ yhteiskuntamaantiede

Sivumäärä: 72

Aika: 9.10.2012

Työn laatu: Pro gradu -tutkielma

Avainsanat: Namibia, Itä-Caprivi, ilmakuvatulkinta, maankäytön muutokset, asutus, maatalous, resilienssi

Sisältö

1. Johdatus tutkimusteemaan	4
1.1. Maankäyttö ja maanpeite.....	5
1.2. Teoreettinen viitekehys	6
1.3. Tutkielman tarkoitus.....	8
2. Ilmakuvat maankäytön tutkimuksessa	9
2.1. Kaukokartoitus	9
2.2. Ilmakuvatulkinnan virhelähteet.....	10
2.3. Maankäytön muutosten tutkiminen	12
3. Tutkimusalue.....	16
3.1. Namibia	16
3.1.1. Sijainti ja luonnonolot.....	16
3.1.2. Väestö ja elinkeinot	19
3.1.3. Maanomistus.....	21
3.2. Itä-Capriivi	24
3.2.1. Ilmasto ja luonnonolot	25
3.2.2. Väestö ja maanomistus	27
3.2.3. Maatalous.....	29
3.2.4. Salambalan suojelualue	32
3.2.5. Itä-Capriivin haasteita: ilmastonmuutos, maastopalot ja pensaikoituminen	32
4. Aineisto ja menetelmät.....	35
4.1. Ilmakuvat.....	35
4.2. Paikkatietomenetelmät	37
4.3. Maastotutkimus	41
4.4. Ilmakuvatulkinta ja virhelähteet	42
5. Tulokset: maankäytön muutokset tutkimusalueella.....	44
5.1. Asutus.....	44
5.2. Maatalous	46
5.3. Tiestö	49
5.4. Luonnontilaiset alueet	51
5.5. Tulvan vaikutus tutkimusalueella.....	53
6. Pohdinta	56

6.1. Väestö.....	57
6.2. Maatalous	58
6.3. Luonnontilaisuus	60
6.4. Ilmastonmuutoksen vaikutukset	61
6.5. Tulvat.....	62
6.6. Ilmakuvatulkinnan luotettavuuden arviointia.....	63
6.7. Lopuksi.....	65
7. Kirjallisuus	67

1. Johdatus tutkimusteemaan

Vaikka ihmiset ovat muokanneet maata jo tuhansia vuosia esimerkiksi tuottaakseen ruokaa, nykyiset maankäytön ja maanpeitteen muutokset ovat laajuudessaan, nopeudessaan ja voimakkuudessaan suurempia kuin koskaan ennen. Ne ovat aiheuttaneet huolestuttavia muutoksia ympäristölle niin paikallisella kuin globaalillakin tasolla. (Ellis & Pontius 2010; Lambin ym. 2001.) Muutokset voivat vaikuttaa suoraan tai välillisesti esimerkiksi biodiversiteettiin, maaperän kulumiseen tai ilmastomuutokseen (Meyer & Turner 1992: 48). Muutosten taustalla vaikuttavat seikat perustuvat yleensä taloudellisiin, teknologisiin, kulttuurisiin tai väestöllisiin tekijöihin. Muutosten ymmärtämiseksi niiden taustalla vaikuttavat seikat täytyy tunnistaa. (Kumpula 2010: 16.)

Maankäytön voimistuessa kilpailu saatavilla olevista resursseista kiristyy. Esimerkiksi maanviljelyn leviäminen yhä marginaalisemmille alueille on jo globaali ilmiö (Meyer & Turner 1992: 43). Kiihtyvä ilmastomuutos tuo oman lisänsä maankäyttöpaineisiin. Reid ym. (2007) toteavat, että ilmastomuutoksen edetessä Afrikka tulee olemaan yksi haavoittuvimmista alueista ja pahiten siitä tulevat kärsimään köyhimmät valtiot. Suurelta osin tähän haavoittuvuuteen vaikuttaa niiden maantieteellinen sijainti herkillä alueilla, matala tulotaso sekä heikko sopeutumiskapasiteetti. Ilmastomuutos tulee pahentamaan eteläisen Afrikan kuivuutta entisestään ja lisäämään äärimmäisiä ilmasto-olosuhteita. Se voi aiheuttaa muutoksia veden saatavuuteen, maataloustuotantoon ja terveystilanteeseen. Afrikan kehityksen haasteita ovat esimerkiksi nopea väestönkasvu, hiv:n ja aidsin suuri levinneisyys, köyhyys, ympäristön pilaantuminen ja maaperän kulumisen sekä tehottomat keinot puuttua siihen. Ne tekevät Afrikan valtioiden tilanteen vaikeaksi, samalla kun ilmastomuutos luo uusia haasteita. (Reid ym. 2007; Heltberg ym. 2009: 89.)

Reid ym. (2007) mukaan Namibia on mahdollisesti yksi haavoittuvimmista valtioista ilmastomuutoksen edessä, sillä se on yksi eteläisen Afrikan kuivimmista valtioista. Se on erittäin riippuvainen ilmastoherkistä sektoreista, kuten maataloudesta, josta yli puolet väestöstä saa elantonsa. Tulojen jakautumisen suhteen Namibia on erittäin epätasa-arvoinen. (Reid ym. 2007.) Vaikka Namibia on yksi maailman harvimmin asutuista valtioista, se kärsii väestönkasvun myötä jatkuvasti kasvavasta paineesta viljelykelpoiseen maahan ja vesivaroihin. Väestö on kuitenkin

keskittynyt tiiviisti tietyille alueille, joten ympäristön pilaantuminen on todellinen uhka. (Sweet 1998: 2.)

1.1. Maankäyttö ja maanpeite

Meyer ym. (1992) erittelevät maankäytön (*landuse*) ja maanpeitteen (*landcover*) käsitteitä. Maankäyttö määritellään heidän mukaansa tavaksi, jolla ihmiset käyttävät maata, kun taas maanpeite pitää sisällään maanpinnan fyysiset ja biologiset ominaisuudet (Meyer ym. 1992). Ellis (2010) määrittelee maanpeitteen samalla tavoin maanpinnan fyysiseksi ja biologiseksi peitoksi: esimerkiksi vesi, kasvillisuus ja paljas maa ovat maanpeitteitä. Maankäyttö puolestaan on monimutkaisempi käsite. Luonnontieteilijät esimerkiksi määrittelevät maankäytön erilaisiksi ihmisen toiminnoiksi, kuten maataloudeksi, metsätaloudeksi tai rakentamiseksi. Ne muuttavat maanpinnan prosesseja, kuten hydrologiaa tai biodiversiteettia. (Ellis 2010.) Tässä tutkimuksessa maankäytöllä tarkoitetaan juuri tällaista ihmisen toimintaa, eli mihin tarkoitukseen tiettyä aluetta ihmisen toimesta käytetään.

Maankäyttöön vaikuttavat etenkin fyysiset ja biologiset tekijät, kuten maaperän ravinteikkaus, kasvillisuus, vesistöt ja ilmasto. Väestö taas luo tiettyjä maankäytöllisiä tarpeita, joiden laatu ja voimakkuus riippuvat esimerkiksi väestön määrästä, varallisuudesta ja elinkeinorakenteesta. Lisäksi maankäyttöön vaikuttavat taloudelliset ja institutionaaliset tekijät, kuten lait, joilla säädellään maankäyttöä ja pyritään ehkäisemään siihen liittyviä haittoja ja konflikteja. Eri alueiden maankäytössä tapahtuu jatkuvasti muutoksia muun muassa luonnonprosessien ja julkisen vallan toimesta. (Virtanen 1995: 16; 40.) Ihmisten toiminta vaikuttaa fyysiseen ympäristöön, jolloin toiminnan kauaskantoiset vaikutukset voivat puolestaan vaikuttaa tulevaisuuden maankäyttöön (Meyer ym. 1992). Maankäytön ja -peitteen muutokset ovat suoria tai epäsuoria seurauksia ihmisen toiminnasta, kun ihminen pyrkii turvaamaan välttämättömien luonnonvarojen saannin. Laajat metsien hakkuut, maatalousmaan kasvu, väestönkasvu ja lisääntyvä karjan määrä ovat esimerkkejä maanpeitteen ja -käytön muutoksista, jotka aiheuttavat myös ongelmia. Tällaiset muutokset aiheuttavat esimerkiksi biodiversiteetin vähenemistä suoraan tai epäsuorasti pirstomalla luonnontilaisia alueita liian pieniksi. Ilmastonmuutos on osittain seurausta maanpeitteen ja -käytön muutoksista, mutta se tulee myös vaikuttamaan siihen, millaisia muutoksia tulevaisuudessa tapahtuu. Muutokset maanpeitteessä ja -käytössä vaikuttavat myös esimerkiksi vesistöjen ja maan

pilaantumiseen. Kun kasvipeitettä raivataan, altistuu maaperä tuulelle, vedelle ja muille kuluttaville tekijöille, jolloin uhkana on eroosio. Uusien alueiden ottaminen laidunmaiksi ja liikalaidunnus ovat myös merkittävä eroosiota lisäävä tekijä. (Ellis 2010.)

Ellis (2010) esittää kaukokartoituksen olevan hyödyllinen työkalu maankäytön ja -peitteen muutoksen tutkimuksessa. Kaukokartoitusaineistot ja menetelmät mahdollistavat laajojen alueiden tutkimisen ja eri ajanjaksojen vertailun. Tulevaisuuden muutosten ennustamiseksi on arvioitava ja tunnistettava jo tapahtuneiden muutosten taustalla vaikuttavia tekijöitä. Ellisin (2010) mukaan ihmisen toimintaan vaikuttavia tekijöitä voivat olla muun muassa paikallinen kulttuuri, talous, ympäristön tila, maapolitiikka, kehitysohjelmat ja aikaisempi maankäyttö.

1.2. Teoreettinen viitekehys

Kotilaisen ja Eiston (2010: 5) mukaan luonnonvarojen tutkimuksessa on vahvistunut tapa ajatella, että ihmistoiminta, luonnon ekosysteemit ja yhteiskunnan sosiaaliset rakenteet kytkeytyvät tiiviisti toisiinsa ja ovat jatkuvasti vuorovaikutuksessa. Ne muodostavat yhdessä sosioekologisen järjestelmän. Sosioekologinen järjestelmä on Kotilaisen ja Eiston (2010: 26) mukaan abstraktio, eli se voidaan määritellä esimerkiksi tutkimuskohteesta riippuen eri tavoin. Gallopinin (2006: 294) mukaan sosioekologiseksi systeemiksi voidaan määrittää niin paikallinen yhteisö ja sen ympäristö, kuin koko ihmiskunnan muodostama globaali systeemi ja ekosfäärikin. Luonnonvarayhdyskuntien, jollainen tämän tutkimuksen tutkimusalueen väestö Itä-Caprivissa eittämättä on, ja niihin liittyvien ekosysteemi- ja sosiaalisten kytkösten voidaan katsoa muodostavan tällaisen sosioekologisen järjestelmän. Itä-Caprivin väestön olemassaolo ja kehitys perustuvat vahvasti paikallisten luonnonvarojen hyödyntämiseen.

Sosioekologisen järjestelmän toimintakykyä voidaan määrittää resilienssin käsitteen avulla. Käsite viittaa niihin järjestelmän ominaisuuksiin, joiden avulla se pystyy selviytymään sitä kohdanneista muutoksista. (Kotilainen & Eisto 2010: 9.) Käsite otettiin käyttöön aluksi ekologiassa C. S. Hollingin toimesta, josta se on levinnyt myös muille tieteenaloille (Gunderson 2000: 425). Tässä tutkimuksessa viitataan resilienssin käsitteellä siihen, kuinka Itä-Caprivin sosiaalisten järjestelmien ja luonnonekosysteemien yhdessä muodostama sosioekologinen järjestelmä sopeutuu sitä eripituisissa ajallisissa mittakaavoissa kohdanneisiin häiriöihin ja stressiin. Resilienssin käsitettä on

vastaavasti käyttänyt esimerkiksi Foster (2007). Kotilainen ja Eisto (2010: 22) käyttävät resilienssin suomenkielisenä vastineena uusiutumiskykyä. Uusiutumiskyky kuvaa tilannetta, jossa sosioekologinen järjestelmä kohtaa ulkopuolisen häiriön ja reagoi siihen muuttamalla siten, että pystyy kuitenkin samalla säilyttämään itsensä samana järjestelmänä. Keskeinen uusiutumiskykyyn vaikuttava ominaisuus on monimuotoisuus, joka voi sosioekologisessa systeemissä ilmetä esimerkiksi luonnon tai elinkeinojen monimuotoisuutena. (Kotilainen & Eisto 2010: 23.) Adgerin (2000: 354–355) mukaan resilienssiin vaikuttaa kolme keskeistä avaintekijää. Nämä ovat taloudellinen kasvu ja tulonjaon tasaisuus eri väestöryhmien välillä, ympäristömuutokset, jotka voivat johtaa yksipuoliseen riippuvuuteen jostakin yksittäisestä resurssista sekä kehityksen vakaus, erityisesti suhteessa ihmisten toimeentulolähteisiin.

Resilienssin käsitteeseen linkittyvät myös haavoittuvuuden ja sopeutumiskyvyn käsitteet. Haavoittuvuuden käsitettä on käytetty erityisesti tutkittaessa ilmastonmuutokseen sopeutumista, mutta sitä voidaan käyttää myös tutkittaessa muunlaisia muutoksia. Kelly ja Adger (2000: 325) määrittelevät haavoittuvuuden ihmisten ja sosiaalisten ryhmien kapasiteetiksi tulla toimeen, toipua tai sopeutua ulkopuolelta tulevaan stressiin, joka uhkaa heidän elinkeinojaan ja hyvinvointiaan. Adger ja Kelly (1999: 260) ovat tutkineet yhteisön haavoittuvuuteen vaikuttavia tekijöitä ilmastonmuutoksen suhteen. Yksi tekijä on esimerkiksi köyhyys, joka voi muun muassa vaikeuttaa erilaisten resurssien saavutettavuutta. Myös kasvava eriarvoisuus lisää haavoittuvuutta, vaikuttaen muun muassa hyvinvoinnin ja resurssien epätasaiseen jakautumiseen. Pielke (1998: 159) määrittelee sopeutumiskyvyn käsitteen seuraavasti: sopeutuminen viittaa muutoksiin yksilön tai ryhmän toiminnassa, jotta vähennettäisiin yhteisön haavoittuvuutta ilmaston muuttuessa. Tämä määritelmä sopii myös muihin muutoksiin. Sopeutumiskyky viittaa siis siihen, millainen kyky esimerkiksi yhteisöllä on tulla toimeen sitä koskevan muutoksen kanssa. Niin resilienssin, haavoittuvuuden kuin sopeutumiskyvynkin käsitteet liittyvät sosioekologisen järjestelmän kykyyn vastata sitä kohdanneisiin muutospaineisiin. Järvinen (2010: 149) kiteyttää yhteyden hyvin soveltamalla käsitteitä ilmastonmuutokseen sopeutumiseen: ”Sopeutumisen tavoitteena on siis vähentää maiden, alueiden tai yhteisöjen haavoittuvuutta tai lisätä niiden resilienssiä ilmastonmuutoksen vaikutuksille”.

Väestönkasvu ja ankarat luonnonolot esimerkiksi kuivuuden ja tulvien muodossa ovat vaikuttaneet Itä-Caprivin maankäyttöön ja muokanneet sitä. Tässä tutkimuksessa hahmotan Itä-Caprivin maankäytön kehitystä ja sen muutoksia sekä haasteita sosioekologisen järjestelmän, resilienssin,

sopeutumisen sekä haavoittuvuuden käsitteisiin tukeutuen. Tutkimus sivuaa William Forster Lloydin vuonna 1833 esiin tuomaa yhteismaan tragedia –teoriaa (Tragedy of the Commons), jonka teki tunnetuksi Garrett Hardin esseessään *Tragedy of the Commons* vuonna 1968. Yhteismaan tragedia tarkoittaa tilannetta, jossa jonkin yhteisen resurssin yhteiskäyttö johtaa sen ylikulutukseen. Esimerkiksi tästä Hardin (1968) esittää yhteiskäytössä olevan laidunmaan. Omaa etuaan ajatteleva karjanomistaja hyötyy yhteisen resurssin käytöstä ja pyrkii lisäämään omaa varallisuuttaan hankkimalla lisää karjaa. Kun näin ajattelevia hyödynsääjiä on tarpeeksi, seuraa resurssin ylikulutus. Siitä aiheutuu haittoja, kuten laidunmaan kuluminen. On hyödynsääjän etujen mukaista kasvattaa karjan määrää, sillä hän saa siitä kaiken hyödyn itselleen. Sen sijaan kustannukset jakautuvat tasaisesti kaikille resurssin hyödyntäjille. Näin ollen oman hyödyn maksimointiin tähtääminen yhteismaalla johtaa taloudellisesti epätehokkaaseen lopputulokseen kaikkien käyttäjien näkökulmasta. (Hardin 1968.)

1.3. Tutkielman tarkoitus

Namibiassa sijaitseva Itä-Caprivi ja sen maankäytön muutokset valikoituivat tutkimusaiheekseni työskenneltyäni tutkimusavustajana Land Use Ecology of Namibia (LUENA) -projektissa syksyllä 2009. LUENA -projektissa pureudutaan muun muassa Itä-Caprivin maankäyttöön ja sen ekologisiin vaikutuksiin. Itä-Caprivi kärsii Afrikalle ja Namibialle tyypillisistä ongelmista: väestönkasvusta, suurista hiv- ja aidsluvuista, vaihtelevista ilmasto-olosuhteista, liikalaidunnuksesta ja niin edelleen. Useat eri tekijät ovat johtaneet siihen, että maankäyttöpaineet alueella ovat suuret. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää Itä-Caprivin maankäytön muutoksia vuodesta 1970 vuoteen 2006. Tutkimuksen pääaineisto ovat ilmakuvasarjat vuosilta 1970, 1996 ja 2006, joita tulkitsemalla muutoksia selvitetään. Tutkimus pyrkii vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

- Miten alueen maankäyttö on muuttunut vuosien 1970 ja 2006 välillä ja mitkä tekijät näihin muutoksiin ovat vaikuttaneet?
- Millaisia haasteita alueen sosioekologinen järjestelmä tulee tulevaisuudessa kohtaamaan ja millainen on sen kyky vastata ja sopeutua kyseisiin haasteisiin ja riskeihin?
- Miten ilmakuvatulkinta soveltuu maankäytön muutoksien tutkimiseen Itä-Caprivissa?

2. Ilmakuvat maankäytön tutkimuksessa

2.1. Kaukokartoitus

Kaukokartoitus tarkoittaa nimensä mukaisesti tieteenalaa, jossa tietoa maanpinnasta tuotetaan kuvilta, jotka on otettu jonkin tietyn etäisyyden päästä. Eli tietoa jostakin tietystä kohteesta hankitaan koskematta tähän kohteeseen. Yleensä tämä perustuu kohteesta takaisin heijastuneeseen ja säteilleeseen elektromagneettiseen säteilyyn. Kaukokartoituksen historia on ilmakuvauksessa. Ensimmäinen ilmakuva maanpinnasta otettiin vuonna 1858 kuumailmapallosta Pariisissa. Tämän jälkeen laitteet ja tekniikat kehittyivät ja ensimmäisen maailmansodan myötä ilmavalokuvauksesta tuli tavanomaista, kun ilmakuvien käytön mahdollisuudet esimerkiksi sotilaallisiin tarkoituksiin ymmärrettiin. Ensimmäisen ja toisen maailmansodan välisenä aikana ilmakuvia alettiin hyödyntää myös muussa kuin sotilaallisessa tarkoituksessa, esimerkiksi karttatuotannossa, puuraaka-aineen kartoituksessa ja mineraalien etsinnässä. (Campbell 1987: 2-5; Lillesand & Kiefer 1994: 148–149.) Kehityksen myötä kuvamittausta (engl. photogrammetry) alettiin soveltaa ilmakuviin, jolloin kuvista voitiin mitata suoraan esimerkiksi kohteiden pinta-aloja tai etäisyyksiä. Termi ”kaukokartoitus” otettiin käyttöön 1960-luvulla, kun ensimmäinen satelliitti laukaistiin maata kiertävälle radalle, eikä ilmavalokuvaus enää käsitteenä riittänyt kuvaamaan alan koko kenttää. Ensimmäinen varsinaisesti maanpinnan kuvaamiseen tarkoitettu satelliitti Landsat 1 laukaistiin vuonna 1972. Alussa kaukokartoitusta kehitettiin lähinnä sotilaallisiin tarkoituksiin, mutta ajan myötä kaukokartoitusaineistot ovat yleistyneet myös siviilikäyttöön. Kaukokartoitusaineistojen määrän kasvaessa ja tullessa yhä useampien saataville, on kiinnostus kaukokartoitustutkimukseen ja aineistojen soveltamiseen kasvanut jatkuvasti. (Campbell 1987: 5-7.)

Ilmakuvat ovat tärkeä informaation lähde tutkittaessa maankäytön muutoksia eri vuosien välillä. Nämä muutokset osoittavat suuntaa, jonka perusteella voidaan ennustaa ja tehdä johtopäätöksiä tulevaisuuden maankäytöstä. (Paine & Kiser 2012: 356.) American Society of Photogrammetry (1966) on määritellyt Paine & Kiserin mukaan (2012: 281) ilmakuvatulkinnan ilmakuvien tarkasteluksi, jonka tarkoituksena on tunnistaa kohteita ja arvioida niiden käyttötarkoitusta. Ilmakuvien visuaalinen tulkinta on kuitenkin riippuvainen tulkitsijan subjektiivisista havainnoista (Tokola ym. 1998: 25). Aikaisemmin mustavalkoiset ilmakuvat ovat olleet yleisiä, mutta nykyisin käytetään yhä enemmän vääräväri- ja väri-ilmakuvia. Väri-ilmakuvien etuna on se, että niitä on

helpompi tulkita silmävaraisesti, koska ihminen erottaa selvästi enemmän värisävyjä kuin harmaasävyjä. (Lillesand ym. 2004: 85; Tokola ym. 1998: 25.)

Muun muassa Paine & Kiser (2012) ja Campbell (2007) ovat esitelleet periaatteita, jotka auttavat ilmakuviin tulkitsemista kohteiden mahdollisimman luotettavassa tunnistamisessa. Ensinnäkin tulee ottaa huomioon tuntemattoman kohteen koko verrattuna johonkin toiseen, tunnistettuun kohteeseen. Toinen tärkeä tunnistamiseen liittyvä seikka on kohteen muoto. Esimerkiksi keinotekoiset, ihmisen muokkaamat kohteet eroavat usein muodoltaan luonnollisista. Kolmanneksi kohteet voidaan erottaa toisistaan värisävyjen avulla. Myös kohteen sijainti ja sen suhde ympäristöönsä nähden voi auttaa sen tulkinnassa. (Paine & Kiser 2012: 281–289, Campbell 2007: 127–131.) Lillesand ym. (2004: 206) mukaan tärkein asia, joka ilmakuviin tulkitsemisen tulee määrittää ennen työn aloittamista, on luokittelusysteemin tai niiden kriteereiden määrittäminen, jonka perusteella hän jakaa tulkitsemansa kohteet eri kategorioihin. Tällä tarkoitetaan esimerkiksi sitä, millainen alue luokitellaan asuinalueeksi tai miten metsä rajataan.

2.2. Ilmakuvatulkinnan virhelähteet

Aiemmin yleisistä analogisista ilmakuvista ja mittalaitteista on fotogrammetrian kehittymisen myötä siirrytty digitaalisiin sovelluksiin (Holopainen ym. 2000: 11). Analogisten ilmakuvien ominaisuudet riippuvat kuvauskorkeuden ja kuvausolosuhteiden lisäksi välineistöstä ja materiaalista, kuten filmistä ja suotimista joita on käytetty, sekä kehitysprosessista (Tokola ym. 1998: 25). Numeerisia ilmakuvia on tuotettu joko skannaamalla aikaisemmin otettu analoginen kuva tai ottamalla kuva video- tai digitaalikameralla lentokoneesta. Video- tai digitaalikameralla otettujen ilmakuvien etuna on muun muassa se, että niiden käytöllä pystytään poistamaan tai ainakin vähentämään valokuvausfilmistä ja kameran optiikasta aiheutuvia radiometrisiä ongelmia. (Holopainen ym. 2000: 11.) Numeerisen ilmakehän aineiston myötä kohteita on mahdollista digitoida suoraan kuvaruudulta. Tämä mahdollistaa yleensä tarkemman digitoinnin kuin aiemmin käytetyiltä digitoitipöydiltä, sillä tarkastelun kohteena olevia ilmakuvia voidaan tarkastella halutussa mittakaavassa. Mittakaavaa voidaan myös tarvittaessa muuttaa. (Tokola ym. 2000: 35.)

Ilmakuvalta tulkittavan informaation määrään vaikuttaa etenkin ilmakuviin erotuskyky, eli resoluutio. Resoluutio voi rajoittaa tulkintaa esimerkiksi tulkittavan kohteen ollessa liian

pienikokoinen tai silloin, kun kohteella on liian pieni kontrasti ympäristöönsä nähden, niin ettei sitä voi erottaa kuvasta selvästi. (Lillesand ym. 2004: 196.) Voidaan puhua spatiaalisesta, radiometrisestä, spektraalisesta ja temporaalisesta resoluutiosta, mutta Tokola (1998: 35) toteaa, etteivät niiden määritykset ole yksiselitteisiä. Spatiaalisen resoluution voidaan katsoa kuvaavan joko lyhintä etäisyyttä kahden kohteen välillä tai pienimmän kuvalta erottuvan kohteen kokoa. Eli jos kuvan spatiaalinen resoluutio on hyvä, siitä voidaan erottaa runsaasti pieniä yksityiskohtia. Myös radiometrisellä resoluutiolla on suuri vaikutus yksityiskohtien erottuvuuteen ilmakuvilta. Radiometrinen resoluutio määräytyy sen mukaan, kuinka moneen eri sävyarvoon sensori pystyy jakamaan siihen saapuvan signaalin. (Tokola 1998: 35; Campbell 2007: 279–280.) Spektraalinen resoluutio määräytyy sen mukaan, kuinka leveältä aallonpituusalueelta sensori rekisteröi signaaleja, sekä käytettävien kanavien aallonpituusalueiden perusteella. Temporaalinen resoluutio tarkoittaa sitä, kuinka usein täsmälleen sama kohde maastossa kuvataan uudelleen. Ilmakuvien visuaaliseen tulkintaan vaikuttaa suuresti myös kontrasti, eli ero kohteen ja taustan mitta-arvoissa kuvalla. Kontrasti määräytyy pitkälti spatiaalisen ja radiometrisen erotuskyvyn perusteella. (Tokola 1998: 35–36.)

Ilmakuva on keskusprojektiivinen, joten se kertoo kohteiden tarkan sijainnin karttaprojektiossa vain silloin, kun maasto on täysin tasaista, kameraoptiikka virheetöntä ja on saatu täydellinen nadiirikuva, eli kuva suoraan alapuolella olevasta kohteesta. Keskusprojektiivisuus voi aiheuttaa useita geometrisia ongelmia, kuten mittakaavavirheen, säteissiirtymän tai kuvan kallistumisen. (Holopainen ym. 2000: 17–18.) Sijaintivirhe digitaalisilla ilmakuvilla voidaan kuitenkin poistaa oikaisemalla kuva haluttuun koordinaatistoon ottaen samalla huomioon maaston korkeusvaihtelut numeerisen korkeusmallin avulla. Näin syntyneen digitaalisen, karttaprojektiossa olevan ortoilmakuvan etuna on se, että se yhdistää sekä ilmakuvan informaation että lähes kartan spatiaalisen tarkkuuden. Kuvan mittakaavaa on myös mahdollista muuttaa halutessaan. (Holopainen ym. 2000: 11; Campbell 2007: 85; Tokola ym. 1998: 71.) Ortokuvat eivät sisällä mittakaava-, topografia- tai kallistusvirheitä, toisin kuin normaalit ilmakuvat. Kuten kartoissa, niissä on tietty mittakaava ja kuten valokuvissa, ne näyttävät maanpinnan todelliset yksityiskohdat. Näin ollen ortokuvaa voidaan tulkita kuten tavallista valokuvaa, ja siitä voidaan mitata suoraan etäisyyksiä, kulmia ja alueita. (Lillesand ym. 2004: 171.)

Ilmakuvia otettaessa, säteilyn kohdatessa kohteen osa säteistä heijastuu ja suuntautuu uudelleen. Heijastuminen vaihtelee kohteen pinnan sileyden mukaan. Jos pinta on sileä, säteily heijastuu

peilimäisesti lähes kokonaan saapuvan säteilyn tulokulmassa. Jos taas kohteen pinta on karkea, säteily heijastuu diffuusisti ja siroaa moneen suuntaan. Kun kohteen pinta on karkea, kuten esimerkiksi kasvillisuudessa, se yhdessä kuvausgeometrian kanssa aiheuttaa bidirektionaalisia heijastusvaikutuksia. Bidirektionaalinen heijastus voi vaikuttaa merkittävästi ilmakuvan tulkintaan, sillä se näkyy ilmakuvassa myötä- ja vastavalon alueina. Tämä tarkoittaa sitä, että auringosta poispäin olevalla myötävalon alueella kuvan kirkkaus on huomattavasti suurempi kuin vastavalon alueella. Tähän ilmiöön vaikuttaa se, että säteissiirtymästä johtuen esimerkiksi puut kuvautuvat sitä enemmän sivulta päin, mitä lähemmäs kuvan reunoja mennään. Tällöin luonnossa samanlaisten kohteiden säteilyarvot vaihtelevat ilmakuvan eri osissa. Puut ikään kuin kaatuvat myötävalon alueella varjojensa päälle, kun taas vastavalon alueella varjot näkyvät. Varjoihin vaikuttaa myös auringon korkeuskulma. (Holopainen ym. 2000: 18–19.)

Bidirektionaalisen heijastuksen lisäksi kohteen kirkkauteen ilmakuvalla vaikuttavat käytetty filmityyppi, filmin vedostus, skannaus sekä kameran optiikka. Kuvan muodostumiseen liittyvien optisten tekijöiden vaikutuksesta ilmakuva tummenee laitoja kohti. Tätä ilmiötä voidaan vähentää käyttämällä kuvauksessa niin sanottua antivignetointisuodatinta, joka päästää valoa lävitseen enemmän reunoilta kuin keskeltä. Myös ilmakehä vaikuttaa ilmakuvien radiometriseen kontrastiin vähentämällä sitä. Ilmakehästä, ilmakuvan keskusprojektiivisuudesta, auringosta, topografiasta, filmistä ja optiikasta aiheutuvat tekijät aiheuttavat sen, että kaksi täysin samanlaista kohdetta, jotka sijaitsevat ilmakuvan eri osissa, näyttävät erilaisilta. (Holopainen ym. 2000: 19.) Tämä voi aiheuttaa ongelmia ilmakuvien visuaalisen tulkinnan suhteen.

2.3. Maankäytön muutosten tutkiminen

Maankäytön kartoittamisessa on jo 1940-luvulta lähtien käytetty mustavalkoisia ilmakuvia, mutta viime vuosina yhä tarkempien väri-ilmakuvien sekä satelliittikuvien käyttö tutkimuksissa on yleistynyt. Maanpeitteen tulkitseminen onnistuu yleensä suoraan ilma- tai satelliittikuvilta, mutta tarkka maankäytön kartoittaminen voi vaatia myös muita tietolähteitä. (Lillesand & Kiefer 1994: 169–170.) Tässä tutkimuksessa tarkasteltavat maankäyttömuodot ovat varsin selkeästi havaittavissa ilmakuvilta, mutta tietoa niistä syvennetään kirjallisuuden pohjalta ja maastotutkimuksen avulla.

Maankäytön ja maanpeitteen muutosta eri alueilla on tutkittu paljon. Satelliittikuvia on käytetty erityisesti tutkittaessa maanpeitteessä tapahtuneita muutoksia. Usein tutkimukset koskevat metsäpeitteen muutosta tai maanpinnan kulumista ja eroosiota (ks. Yiran ym. 2012 ja Pellikka ym. 2009). Itä-Caprivin alueen maastopaloja satelliittikuvilta on tutkinut esimerkiksi Siljander (2009). Monissa tutkimuksissa on hyödynnetty sekä ilma- että satelliittikuvia maankäytön ja -peitteen muutoksen tulkitsemiseksi. Esimerkiksi Imbernon (1999) käytti tutkimuksessaan molempia, sillä tutkittava ajanjakso oli niin pitkä, ettei SPOT-satelliittikuvia ollut koko ajanjaksolta ja Landsat-satelliittikuvat olivat puolestaan liian epätarkkoja. Myös Muriuki ym. (2011) toteaa, että ilmakuvat soveltuvat usein tulkintaan satelliittikuvia paremmin, koska niiden spatiaalinen resoluutio on hyvä ja ne kattavat laajemman aikaskaalan kuin satelliittikuvat. Erityisesti kehitysmaista ei kuitenkaan ole välttämättä saatavilla kuin yksittäisiä kuvia niin spatiaalisesti kuin ajallisestikin. Myös metadata, eli tarkemmat tiedot ilmakuvista voi olla huonosti dokumentoitu. (Muriuki ym. 2011.)

Erkkilä (2001) tehnyt väitöskirjaansa *Living on the land: change in forest cover in north-central Namibia 1943–1996* varten samankaltaista tutkimusta kuin tässä tutkielmassa. Tutkimuksessaan Erkkilä (2001: 3) selvitti metsäpeitteen muutosta Owambon alueella. Hän käsitteli samalla puun kotitalouskäyttöä maataloilla, joten maatalouden ja asutuksen muutokset olivat myös tarkastelun kohteena. Erkkilä (2001) tulkitsi tapahtunutta maankäytön muutosta ilmakuvien, satelliittikuvien, kirjallisuuden ja haastattelujen pohjalta. Neljältä eri vuodelta otettujen ilmakuvien avulla tuotettiin karttatasoja, joille digitoitiin esimerkiksi maatilat ja pellot. Landsat-satelliittikuvilta määritettiin puusto- ja ei-puusto -luokat, joiden avulla voitiin tarkastella metsäpeitteen muutosta ja toisaalta kohdentaa tarkempaa ilmakuvatarkastelua etenkin ei-puustoisille alueille. (Erkkilä 2001: 59–62; 76.) Tutkimuksessa tarkasteltiin myös testialuetta, joka jaettiin 1km x 1km ruutuihin, jotka puolestaan luokiteltiin sen mukaan onko ruudussa asutusta. Näin pystyttiin vertaamaan eri vuosien maatilatiheyksiä. (Erkkilä 2001: 69.) Maatilojen lukumäärän ja sen muutoksen perusteella arvioitiin alueen väestömäärän kehitystä. Tutkimuksessa todettiin, että väestömäärän ja maatilojen määrän arviointi riippuu suurelta osin ilmakuvien resoluutiosta ja sen myötä mahdollisuudesta erottaa maatila ympäristöstään. Uusimpien ilmakuvien resoluutio oli paras, ja vanhimmissa huonoin. Resoluution vaihtelevuudesta huolimatta menetelmä arvioitiin varsin luotettavaksi sekä väkiluvun että väestötiheyden muutoksen arvioinnissa. Tutkimuksessa selvisi, että maatiloja perustettiin ensisijaisesti alueille, jotka ovat viljelykelpoisia ja joissa on vettä hyvin saatavilla. Väestön kasvaessa asutus ja maanviljely ovat levittäytyneet jyrkemmille ja karummille alueille. (Erkkilä 2001: 71–73.) Ilmakuvat oli otettu kuivan kauden aikana, joten viljellyille alueille oli vaikeaa

hahmottaa tarkkoja rajoja. Tämä ongelma olisi ollut pienempi, jos kuvaukset olisi tehty kasvukauden aikana. Tutkimuksessa havaittiin myös, että karja-aitaukset tunnistettiin paremmin uudemmilta ilmakuvilta niiden tumman maaperän ansiosta, kuin vanhemmilta mustavalkoisilta ilmakuvilta. Sekä satelliittikuvien että ilmakuvien tulkinnat osoittivat, että metsäisten alueiden muuttuminen ei-metsäisiksi Owambon alueella on johtunut lähes täysin pysyvän maanviljelyn leviämisestä. (Erkkilä 2001: 76; 81; 91.)

Myös Tekle ja Hedlund (2000) ovat käyttäneet ilmakuvia apuna maankäytön ja maanpeitteen muutosten tutkimuksessa Etiopiassa. He käyttivät mustavalkoisia ilmakuvia vuosilta 1958 ja 1986. Ilmakuvien laatua parannettiin terävöittämällä ja mittakaavaa laajentamalla. Tutkimuksessa digitoitiin maanpeitteet polygoneiksi luokittelemalla ne yhdeksään eri kategoriaan. Tämän jälkeen laskettiin kategorioiden pinta-alat ja niissä tapahtunut muutos. Ilmakuvien tulkinnan avuksi suoritettiin maastotutkimus. Samoin kuin Erkkilän (2001) tutkimuksessa, myös Tekle ja Hedlund (2000) havaitsivat, että metsäpeite oli vähentynyt, kun taas asutuksen osuus oli kasvanut. Toisaalta viljellyn alueen osuus oli pysynyt kutakuinkin samana. He toteavat, että useissa kehittyvissä maissa väestönkasvu on ollut niin nopeaa, ettei maataloustuotanto ole pysynyt sen vauhdissa esimerkiksi maanomistuskysymysten tai sotien vuoksi. Toisaalta ylimääräistä viljelyyn sopivaa maata ei välttämättä ole enää juuri tarjolla. Kehittyvissä maissa toistuvasti otetut ilmakuvat voivat edistää käytettävissä olevien resurssien hallintaa ja suunnittelua, kun muunlaisesta taustatiedosta on usein puutetta. Muutosten havaitsemisen lisäksi tulee pyrkiä tunnistamaan muutosten taustalla olevia syitä ja niiden seurauksia. Vaikka maanpeitteen kartoitus ei tuo täydellistä selitystä maankäytön muutoksiin liittyviin ongelmiin, se auttaa ymmärtämään muutoksiin johtaneita syitä ja niiden suuntauksia. (Tekle & Hedlund 2000.)

Elliott ym. (2006) ovat tutkineet uudelleen-asutusohjelman vaikutuksia maisemaan Zimbabwessa kahdeksantoista vuoden aikaskaalalla tulkitsemalla ilmakuvia ja käyttäen paikkatietomenetelmiä. Tutkimus käsitti kolme tutkimusaluetta, joissa on yhteensä 21 asutettua kylää. Aineistona käytettiin kolmea sarjaa ilmakuvia jokaiselta asutusalueelta 1970-, 1980- ja 1990-luvuilta. Ilmakuvasarjat vaihtelivat hieman alueittain ja vuosittain. Jokaisesta kylästä muodostettiin karttoja digitoimalla niiden maanpeite kahdeksaan eri maisemaluokkaan. Maisemaluokkien prosenttiosuudet laskettiin ja monimuotoisuutta tarkasteltiin mittaamalla jokaisen maisemaluokan osuutta kussakin kylässä nykyisin. Tulokset osoittivat, että esimerkiksi viljelymaan ja pensasmaan osuudet olivat kasvaneet, toisin kuin metsämaan osuus, joka oli vähentynyt merkittävästi. Maiseman monimuotoisuus oli

myös lisääntynyt kylissä, eli jokaisella tutkimusalueella oli tavattavissa useita maankäytönmuotoja. (Elliott ym. 2006.)

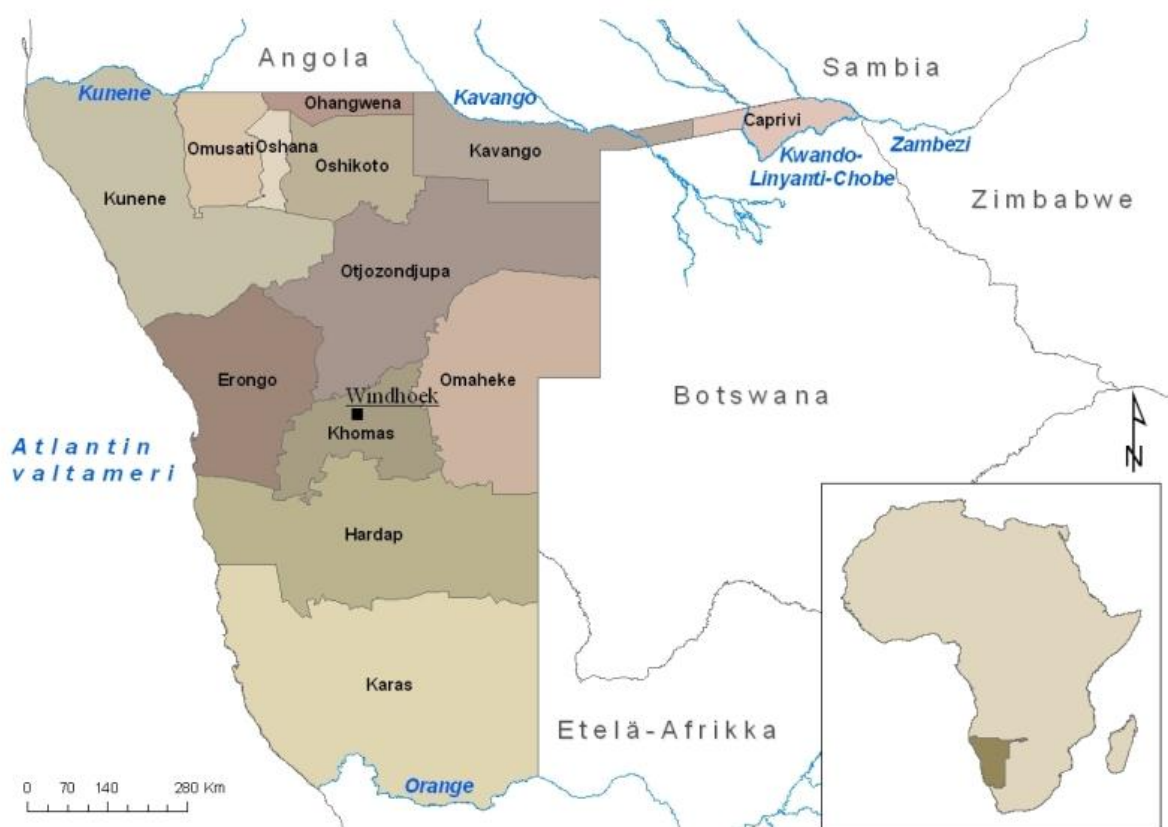
Kaukokartoitusaineistojen pohjalta tehdyt maankäytön ja -peitteen muutostutkimukset osoittavat vahvasti samankaltaista kehityksen suuntaa kehitysmaissa. Väestönkasvu lisää maankäyttöpainetta, kun asutus lisääntyy ja viljelty ala kasvaa, mikäli se on enää mahdollista. Samalla tärkeitä metsiä hakataan niin polttopuuksi ja rakennusaineeksi kuin viljelyalueiden ja laidunmaiden tieltä. Tämä johtaa metsien häviämiseen ja maanpinnan kulumiseen, jotka puolestaan vaikuttavat maankäyttöön tulevaisuudessa.

3. Tutkimusalue

3.1. Namibia

3.1.1. Sijainti ja luonnonolot

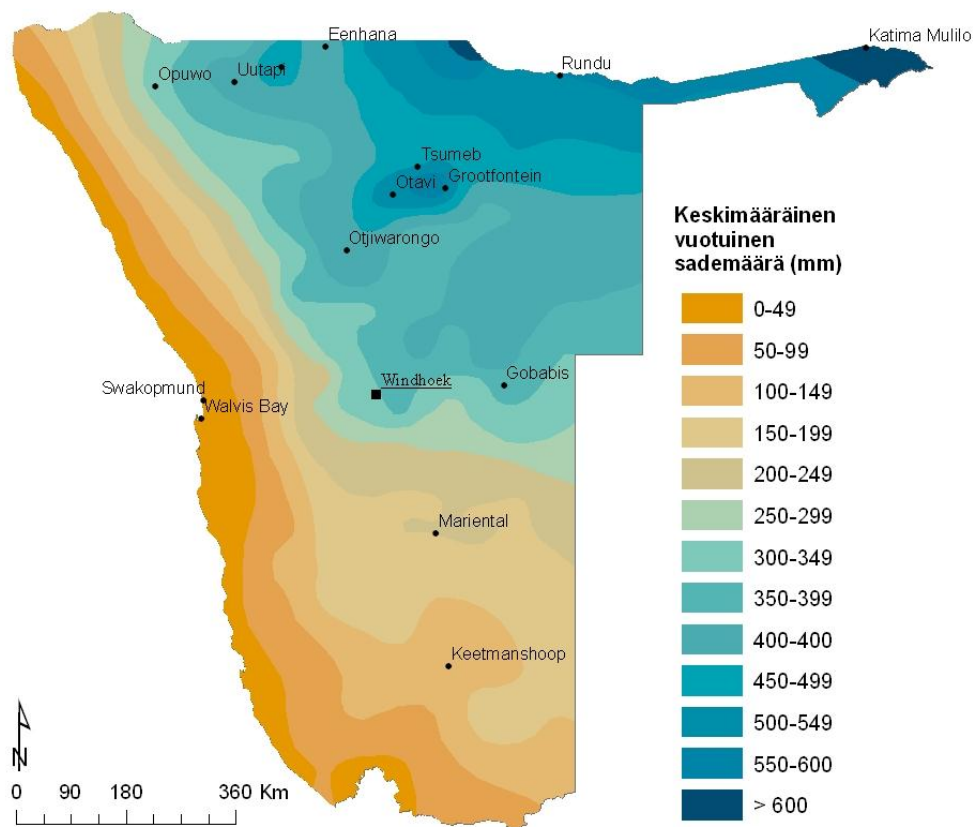
Namibia on 824 269 km²:n laajuinen valtio Lounais-Afrikassa (Älli 1993: 104). Sen naapurivaltioita pohjoisessa ovat Angola, Sambia ja Zimbabwe, idässä Botswana sekä kaakossa ja etelässä Etelä-Afrikan liittotasavalta. Länsipuolelta sitä rajaa Atlantin valtameri noin 1600 kilometrin matkalta. Atlantin rannikon lisäksi luonnollisia rajoja ovat Orange-joki etelässä sekä Kunene-, Kwando-Linyanti-Chobe-, Zambezi- ja Kavango-joet pohjoisessa (Moyo ym. 1993: 158). Namibia on jaettu kolmeentoista hallinnolliseen alueeseen (Turner 2000: 239). Pääkaupunki on Windhoek, joka sijaitsee Namibian keskiosissa (kuva 1).



Kuva 1. Namibian sijainti ja hallinnolliset alueet. (Kartta on muokattu Atlas of Namibia Project 2002 -aineistosta.)

Namibia on Saharan eteläpuolisen Afrikan kuivin maa (Turner 2000: 240). Sille ovat ominaisia intensiivinen auringonsäteily, korkeat päivälämpötilat sekä nopea haihdunta. Namibian ilmastolliset piirteet johtuvat sen sijainnista Afrikan mantereen lounaisosassa 17° ja 29° -leveysasteiden välissä, päiväntasaajan eteläpuolella. (Mendelsohn ym. 2002: 8; 70.) Namibian kuivuuteen vaikuttaa esimerkiksi sen edustalla virtaava kylmä Benguelanvirta, joka jäähdyttää yläpuolellaan olevaa ilmaa niin, ettei se rannikon kohdatessaan voi nousta tarpeeksi ylös, jotta muodostuisi sadepilviä. Myös kylmän ilman yläpuolella oleva lämmin ilmamassa estää kylmemmän ilman kohoamisen. Samalla mereltä puhaltavat tuulet estävät Namibian pohjois- ja itäpuolelta tulevien trooppisten ilmamassojen pääsyn rannikolle saakka. Sijainnin lisäksi maaston korkeuden vaihtelut vaikuttavat Namibian ilmastoon. Namibiassa on kolme suurpiirteittäin topografisesti erilaista aluetta: Namibin aavikko länsirannikolla, maan itä-, koillis- ja pohjoisosissa sijaitseva puolikuiva Kalaharin vyöhyke sekä 1000–2000 metriin kohoava keskiylänpöytä. (Mendelsohn ym. 2002: 74.)

Namibian sademäärät vaihtelevat huomattavasti sekä vuosittain että alueittain ja suurin osa sateista tulee satunnaisten myrskyjen yhteydessä (Mendelsohn ym. 2002: 8). Maankäytöllisesti sateiden merkitys Namibian kaltaisessa kuivassa maassa on hyvin suuri, sillä harvat ja epäsäännölliset sateet rajoittavat esimerkiksi maanviljelyä. Koillis-Namibiassa sataa keskimäärin jopa 700 mm vuodessa, kun taas rannikolla ja Namibian etelä- ja itäosien aavikoilla keskimääräinen vuotuinen sademäärä on vain 20 mm (kuva 2). Sadekausi ajoittuu Namibian eteläosissa joulukuusta maaliskuuhun ja keski- ja pohjoisosissa lokakuusta huhtikuuhun. (Älli 1993: 104; Mendelsohn ym. 2002: 84–85.) Myös keskilämpötilat vaihtelevat Namibiassa alueittain. Rannikolla vuoden keskilämpötila voi olla alle 16°C, mutta pohjoisosassa keskilämpötila nousee 22°C saakka (Mendelsohn ym. 2002, 78). Keskikesällä eli joulukuusta tammikuuhun ylimmät lämpötilat ovat Namibiassa 34°C - 38°C ja keskitalvella, eli heinä-elokuuhun alimmat lämpötilat voivat jäädä 2°C - 10°C:n välille (Älli 1993: 104).



Kuva 2. Namibian keskimääräiset vuotuiset sademäärät vaihtelevat suuresti alueittain. Itä-Caprivin alue on Namibian sateisinta. (Kartta on muokattu Atas of Namibia Project 2002 -aineistosta.)

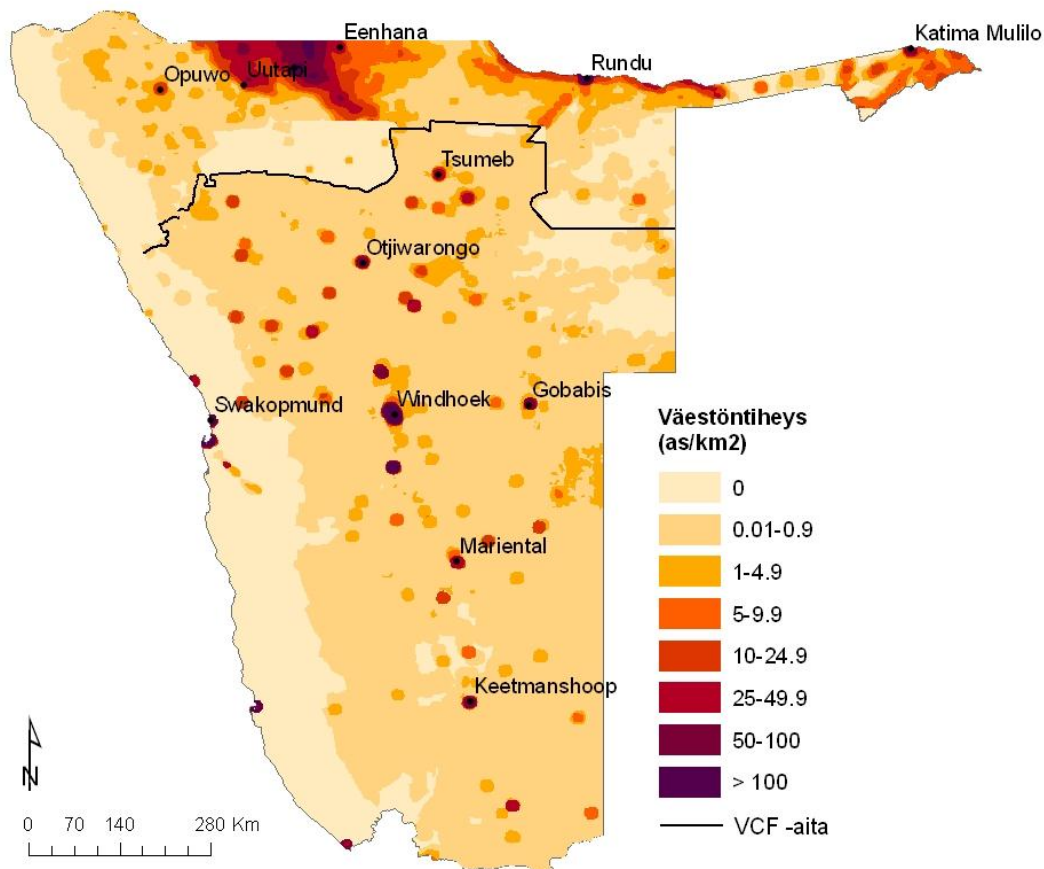
Namibian kasvillisuuteen vaikuttaa erityisesti vaihteleva sademäärä. Kasvillisuus on tästä syystä rehevintä koillisessa, mutta suuri osa Namibiasta on aavikkoa tai puoliaavikkoa. (Miettinen 2004: 19.) Runsaammat sateet, ravinteikas maaperä ja ympäri vuoden virtaavat joet ovat johtaneet siihen, että puita kasvaa lähinnä koillisessa. Kuivemmilla alueilla ruoho ja pensaat korvaavat puut. Etenkin alueilla, joilla kasvaa ruohoa, kasvillisuuden rehevyys vaihtelee vuosittain sadannan mukaan. (Mendelsohn ym. 2002: 98–101.) Namibian kasvillisuus voidaan jakaa viiteen biomiin, eli kasvillisuusvyöhykkeeseen: järvet ja suola-altaat, Namibin aavikko, Nama Karoo, Succulent Karoo sekä puu- ja pensassavanni. Järvi- ja suola-allas -biomiin kuuluu vesistöjä, suola-altaita sekä ruoho- ja pensastasankoja. Rannikolla sijaitseva Namibin aavikko on puolestaan hyvin kuiva. Se koostuu pääosin hiekkadyyneistä sekä sora- ja hiekkatasangoista, joilla kasvaa paikoitellen ruohoa ja pieniä pensaita. Nama Karoo -biomi painottuu erityisesti Namibian eteläosiin ja koostuu monista kasvillisuustyypeistä aina lehtensä varistavista pensaista ympärivuotisiin ruohotasankoihin. Succulent Karoo -biomissa Lounais-Namibiassa kasvaa erityisesti mehikasveja ja siellä esiintyy paljon endeemisiä lajeja, joista monet ovat suojeltuja. Savannit jaetaan leveälehtisiin savanneihin ja akasiasavanneihin. Koillis- ja Pohjois-Namibian leveälehtisillä savanneilla kasvaa erilaisia korkeita

puulajeja, kun taas Keski-, Itä- ja Pohjois-Namibian akasiasavanneille ovat ominaisia akasiapuita kasvavat ruohotasangot. Metsäpalot ovat yleisiä molemmilla savannityypeillä. (Mendelsohn ym. 2002: 98–101.)

3.1.2. Väestö ja elinkeinot

Namibiassa oli vuonna 2011 noin 2,1 miljoonaa asukasta. Väestö on kasvanut vakaasti jo vuosikymmeniä. (National Planning Commission 2012: 2.) Väestönkasvu on kuitenkin viime vuosina hidastunut alenevan hedelmällisyyden ja kasvavan aids-kuolleisuuden vuoksi (Mendelsohn ym. 2002: 9). Namibiassa puhutaan useita eri alkuperäiskieliä, mutta siirtomaahallintojen myötä englannista, saksasta ja afrikaansista on tullut yleisiä (Mendelsohn 2002: 164).

Namibia on hyvin harvaan asuttu valtio, sen asukastiheys on vain 2,5 asukasta/km² (kuva 3). Väestö on jakautunut alueelle epätasaisesti. Noin 42 % namibialaisista on kaupunkilaisia. (National Planning Commission 2012: 42; 4.) Suurin osa maaseudun väestöstä elää pohjoisen yhteisöomistusalueilla, samalla kun laajat alueet ovat vailla asutusta. Maaseudulla asutus keskittyy ympäri vuoden virtaavien jokien läheisyyteen tai kyliin joihin pumpataan joki- tai pohjavettä, sekä pääteiden läheisyyteen (Mendelsohn ym. 2002: 8; 36; 161). Mendelsohnin ym. (2002: 161) mukaan asutuksen sijaintia määrittävät kolme tekijää: luonnonvarojen saatavuus, työmahdollisuudet sekä liikenteen ja palvelujen saatavuus. Erityisesti tiheästi asutetulla maaseudulla Pohjois-Namibiassa luonnonvarat, kuten puhdas juomavesi, hedelmällinen maaperä, laidunmaat sekä riittävä sademäärä ovat tärkeitä. (Mendelsohn ym. 2002: 161; Moyo 1993: 162.)



Kuva 3. Pohjois-Namibia ja Caprivin alue ovat Namibian tiheimmin asutetut maaseutualueet. (Kartta on muokattu Atlas of Namibia Project 2002 -aineistosta.)

Vaikka kaivosteollisuudesta on muodostunut Namibian talouden kannalta tärkein ala, jopa kaksi kolmasosaa Namibian väestöstä saa edelleen elantonsa maataloudesta (Älli 1993: 104). Maissi, hirssi ja durra ovat Namibian viljellyimpiä kasveja, mutta koska makean veden vähyys heikentää viljelyn mahdollisuuksia suurimmassa osassa maata, on nautakarjan, vuohien ja lampaiden kasvatus hyvin yleistä (Mendelsohn ym. 2002: 9; Turner 2000: 245). Kaupallisen maatalouden tärkeimpiä tuotteita ovat Karakul-lampaiden nahat, liha, villa ja maitotuotteet (Moyo ym. 1993: 165). Atlantilla, Namibian edustalla virtaava Benguelanvirta luo erinomaiset mahdollisuudet kalastukselle, sillä virran ansiosta Namibian rannikkovedet ovat maailman kalaisimpia (Mendelsohn, ym. 2002: 74). Myös turismi on merkittävä tulonlähde: jopa 6,8 % namibialaisista sai toimeentulonsa suoraan turismista vuonna 2011 ja osuuden odotetaan jatkuvasti kasvavan (World travel & Tourism Council 2012). Namibian taloudessa on edelleen havaittavissa selkeitä siirtomaatyyppejä rakenteita: kotimainen elintarviketuotanto on riittämätöntä omiin tarpeisiin,

raaka-aineita viedään ulkomaille ja maahan tuodaan valmiiksi jalostettuja hyödykkeitä (Mustonen 2004a: 149).

Namibian tiestö on pääteiden osalta erittäin hyväkuntoista. Sitä alettiin kehittää jo ennen itsenäisyyttä erityisesti kaivostoiminnan mahdollistamiseksi, sillä mineraalien kuljetus on vaatinut toimivat kulkuyhteydet kaivosten ja satamien välille. Myös Etelä-Afrikan ja Namibian asutuskeskusten välille, sekä raja-alueille on muodostettu hyvät kulkuyhteydet. Teiden lisäksi veden- ja sähkönjakelua on kehitetty kaivostoiminnan ansiosta ja sijoitettu sen tarpeiden mukaisesti. (Moyo ym. 1993: 82; Mustonen 2004a: 162.)

3.1.3. Maanomistus

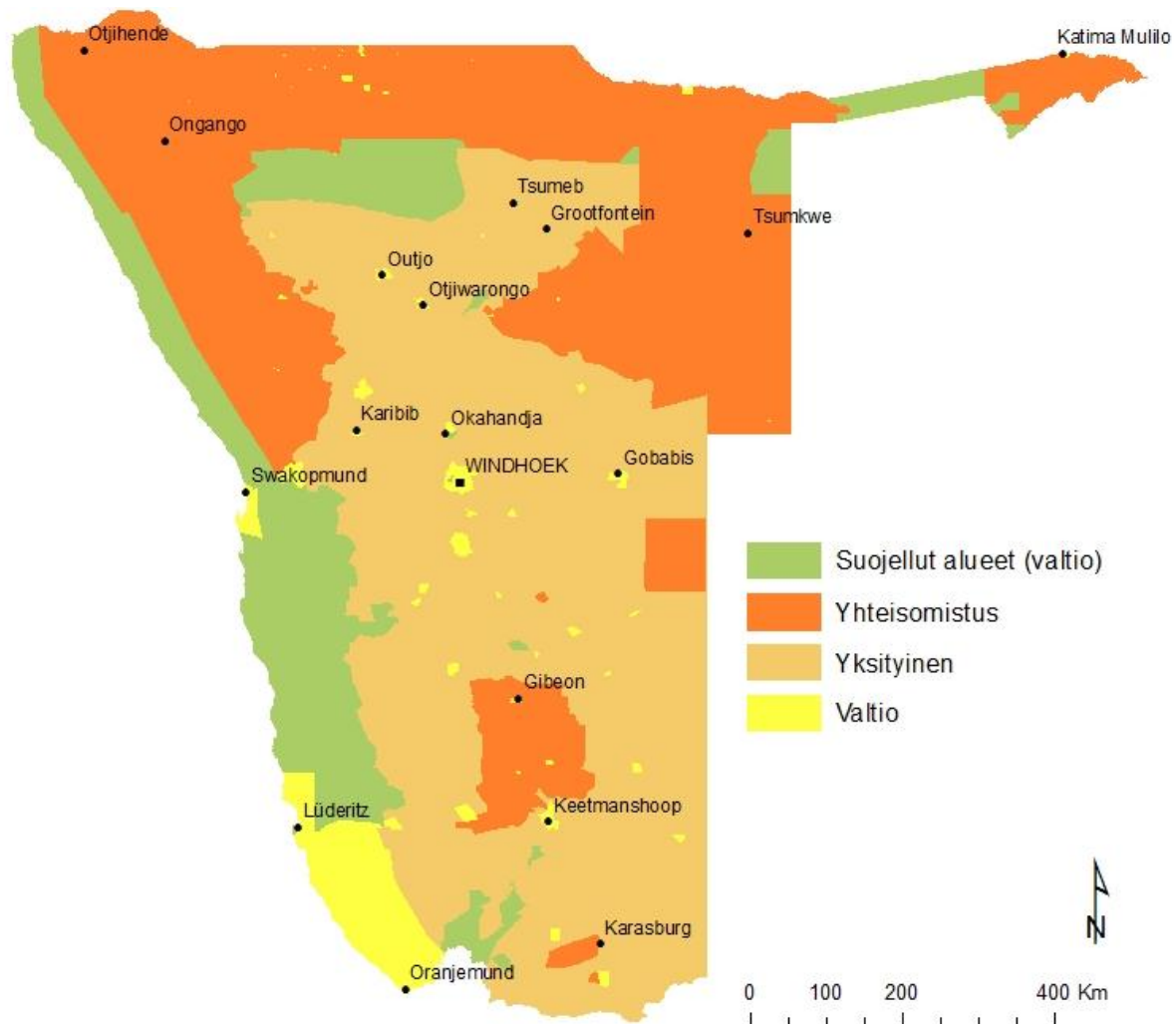
Ennen siirtomaa-aikaa Namibiassa eli useita etnisiä ryhmiä ja maa oli yhteisomistuksessa. Maanviljelijät olivat hyvin organisoituneita ja perinteiset päälliköt ohjailivat luonnonvarojen käyttöä. Sateisemmissa pohjoisosissa kasvatettiin hirssiä käyttäen *slash-and-burn* -menetelmää, jolla tarkoitetaan kaskiviljelyä. Karja vaihtoi aluetta sateiden ja laidunten perässä, joten karjankasvattajilla oli mahdollisuus pitää suuria karjalaumoja. (Kruger & Woehl 1996 Kroll & Kruger 1998: 316 mukaan.)

Saksa julisti Namibian protektoraatiksi vuonna 1884 ja saksalaiset maahanmuuttajat ostivat ja vuokrasivat aiemmin yhteisomistusmaatalouteen käytettyjä alueita. Eläintaudit aiheuttivat ongelmia, joten paikalliset myivät toimeentulon toivossa maata ulkomaalaisille uudisasukkaille ja yrityksille. Yksityisten maatilojen osuus jatkoi kasvuaan, kun Etelä-Afrikka otti Namibian hallintaansa ensimmäisen maailmansodan aikana. Toisaalta myös yhteisomistusalueiden koko kasvoi, sillä muut valtion omistamat alueet pienenivät. (Mustonen 2004b: 168; Mendelsohn ym. 2002: 134–136.) Vuonna 1962 niin sanottu Odendaal-komissio ehdotti perustettavaksi alueita, joita kutsuttiin nimellä *homelands*. Niille oli tarkoituksena asuttaa suurimmat etniset ryhmät. Alueet olivat yhteisomistusalueita ja suurin osa niistä sijaitsi maan pohjoisosissa. Kaupallisten tilojen osuus väheni, sillä useita yksityistiloja muutettiin yhteiskäyttöön. Tämä jako säilyi Namibiassa sen itsenäistymiseen, vuoteen 1990 asti. (Sweet 1998: 2; Mustonen 2004b: 168; Mendelsohn ym. 2002: 137.)

Namibian parlamentti sääti vuonna 1995 lain maareformista (The Agricultural (Commercial) Land Reform Act), jonka mukaan maata tulisi olla saatavilla kaikille Namibian kansalaisille, joilla ei ole käytössään riittävästi viljelysmaata. Lain mukaan erityisasemassa ovat ne, jotka ovat aiemmin voimassa olleiden syrjivien toimenpiteiden vuoksi sosiaalisesti, koulutuksellisesti tai taloudellisesti heikommassa asemassa. (Werner 2003: 7.) Laki takaa valtiolle etuoikeuden ostaa maata aina kun sitä on tarjolla. Ulkomaalaisten mahdollisuuksia hankkia kaupallisessa tuotannossa olevaa maatalousmaata on rajoitettu. (Älli 1993: 55; Moyo ym. 1993: 188–192; Sullivan 1996: 2-5.) Vaikka yksityisomistusmaiden hankkiminen maareformilain myötä nopeutui, on se toisaalta toteutunut varsin hitaasti. Syyksi esitetään muun muassa maattomien namibialaisten heikkoa poliittista vaikutusvaltaa sekä taloudellisten ja inhimillisten resurssien vähyyttä. Kaupallisten tilojen hankkiminen yhteisomistukseen käy valtiolle kalliiksi. Maareformiohjelma on kiinni julkisesta rahoituksesta, joten se joutuu kilpailemaan muun muassa terveydenhuollon ja koulutuksen kanssa. (Mustonen 2004b: 174–176.) Siirtomaahistorialla on siis ollut merkittävä vaikutus Namibian maanjakoon, ja sen vaikutukset ovat näkyvissä yhä edelleen. Yksi tärkeimmistä haasteista itsenäisessä Namibiassa onkin ollut tasa-arvon löytäminen maanjakokysymyksissä. (Mustonen 2004b: 165.) Namibian maa-alueet voidaan jakaa omistussuhteen mukaan yhteisomistushuoneeseen, valtion omistamaan maahan sekä yksityisten henkilöiden ja yritysten omistamaan kaupallisen maatalouden maahan (kuva 4) (Mendelsohn ym. 2002: 143). Itsenäisyyden alussa yksityisomistuksessa olevaa maata oli 44 %, sisältäen 6 292 maatilaa, joista lähes kaikki olivat eurooppalaistaustaisten omistuksessa. Yhteisomistushuoneita oli 43 % ja loput 13 % valtion omistamia alueita. (Sullivan 1996: 2.)

Yhteisomistusmaat sijaitsevat pääosin Namibian pohjoisosissa. Vain viljelyalueet on jaettu yksittäisille kotitalouksille, laidunalueet ovat koko yhteisön käytössä. Nimestään ja tarkoituksestaan huolimatta yhteisomistusmailla harjoitetaan myös jonkin verran pienimuotoista kaupallista maataloutta. Etenkin hyvinä satovuosina maanviljelijät saattavat myydä osan tuotannostaan. (Mendelsohn ym. 2002: 142.) Sweet (1998: 2) toteaa, että yhteisomistusmaiden asukkailla voidaan katsoa olevan käyttöoikeus, mutta ei omistusoikeutta maahan. Valtio omistaa yhteisomistuksessa olevat alueet, mutta niillä on monia eri hallintatasoja. Keskushallinto omistaa maat ja yhdessä paikallisten viranomaisten kanssa valvoo ja säätelee yleisesti yhteisomistusmaiden maankäyttöä, mutta maanviljelijät saavat itse päättää tarkemmin omien viljelyalueidensa käytöstä. (Mustonen 2004b: 166.) Etenkin itsenäisyyden alussa myös heimoyhteisöjen päälliköillä oli merkittävä rooli päätettäessä yhteisomistukseen liittyvistä asioista, mutta nykyisin heidän asemansa on joillakin

alueilla heikentynyt (Älli 1993: 52; Jones 1999: 2). Koska valtio omistaa maa-alueet, maata ei voida ostaa ja myydä vapaasti, kuten yksityisomistuksessa olevia maita (Mendelsohn ym. 2002: 142).



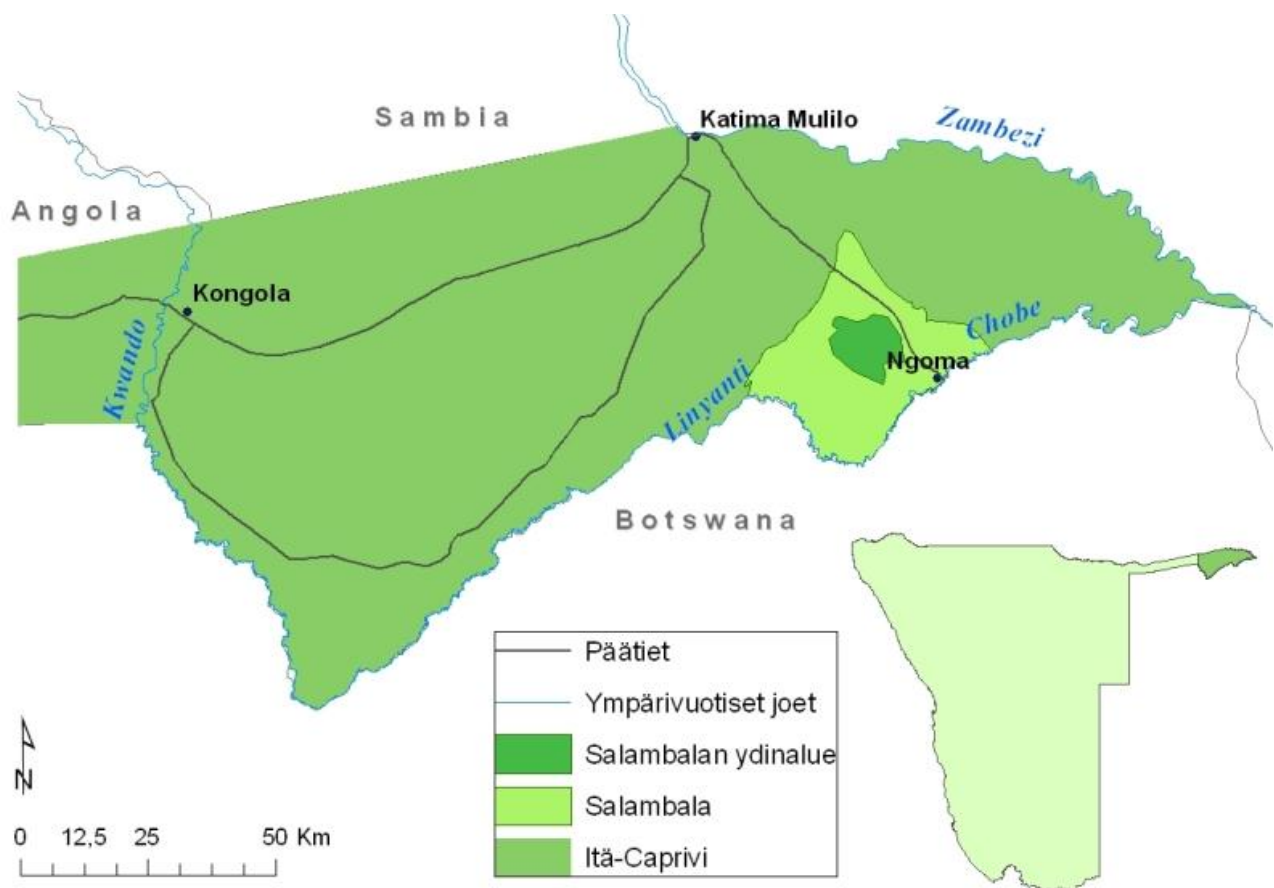
Kuva 4. Maanomistus Namibiassa vuonna 2002. (Kartta on muokattu Atlas of Namibia Project 2002 -aineistosta.)

Suurin osa yksityismaista on Namibian etelä- ja keskiosissa. Yksityistä maata omistavat eniten valkoiset, saksalaista tai eteläafrikkalaista alkuperää olevat karjankasvattajat. Alueita käytetään lähinnä kaupalliseen maatalouteen, joka on hyvin kehittyntä ja pääomavaltaista. (Mustonen 2004b: 165–166; Sweet 1998: 2.) Kaupalliset tilat ovat suuria ja eläintiheys on yleensä pienempi kuin yhteisomistusmailla, sillä laidunnukseen tarvitaan kuivuuden vuoksi suurempi ala (Mendelsohn ym. 2002: 126). Kokoero on suuri; Moyon ym. (1993: 166) mukaan yksityisten, kaupallisten maatilojen koko on keskimäärin 7200 hehtaaria, kun yhteisomistusmailla maatilojen keskimääräiseksi kooksi on arvioitu noin 17 hehtaaria. Maatalouden kehittäminen on Namibiassa

koskenut lähinnä kaupallista maataloutta, jolloin pienviljely on jäänyt kehittämistoimien ulkopuolelle (Mustonen 2004a: 150). Valtion maat pitävät sisällään muun muassa kansallispuistoja ja muita luonnonsuojelualueita, niin sanottuja timanttialueita sekä valtion omistamia maatalousyhtiöitä (Moyo ym. 1993: 176; Älli 1993: 50).

3.2. Itä-Caprivi

Caprivin hallinnollinen alue sijaitsee Koillis-Namibiassa ja sitä rajaavat Angola, Sambia, Zimbabwe, Botswana sekä Kavangon hallintoalue. Caprivi jaetaan läntiseen ja itäiseen osaan, joista tämä tutkimus keskittyy jälkimmäisen tarkasteluun. Itä-Caprivi on kooltaan noin 20 000 km². Sen hallinnollinen keskus on Katima Mulilo, joka on sen ainoa kaupunki (Kuva 5). (Mendelsohn & Roberts 1997: 4; 9.)



Kuva 5. Itä-Caprivin ja Salambalan suojelalueen sijainti sekä ympärivuotiset joet. (Kartta on muokattu Atlas of Namibia Project 2002 -aineistosta.)

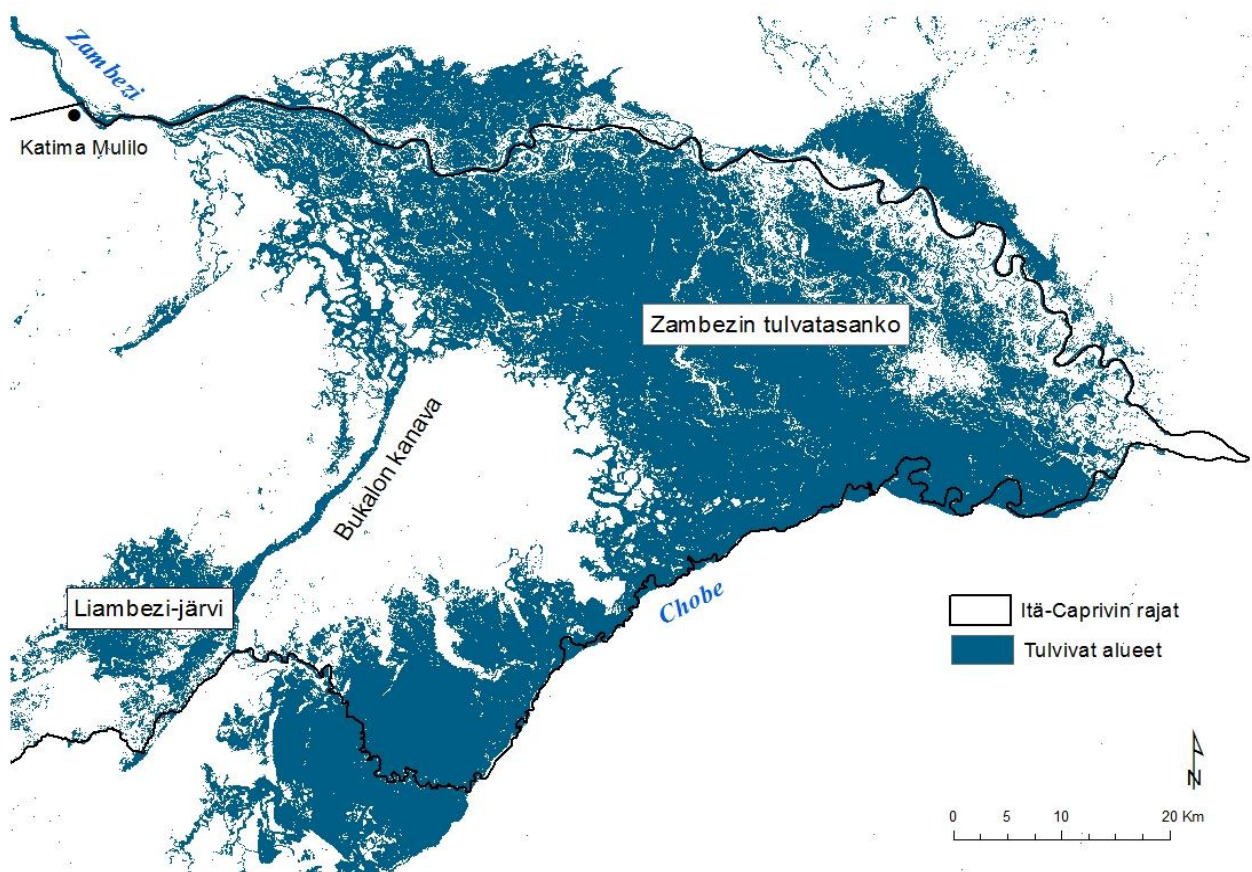
3.2.1. Ilmasto ja luonnonolot

Itä-Caprivin ilmasto on subtrooppinen, eli talvet ovat lauhkeita ja kuivia ja kesät kuumia ja kosteita. Keskimääräinen vuotuinen sademäärä on noin 700 mm. Alue on Namibian sateisinta, koska suurin osa sadetta kantavista pilvistä tulee koillisesta, eivätkä mereltä puhaltavat tuulet ulota vaikutustaan syvälle sisämaahan. Suurin osa sateista tulee joului-, tammi- ja helmikuun aikana. Vaikka sademäärät ovat suuremmat ja haihdunta vähäisempää, myös Itä-Caprivissa kärsitään vakavista kuivuuskausista aina silloin tällöin, koska sateiden vaihtelevuus on suurta. Lämpötilat ovat korkeimmillaan syys- ja lokakuussa ja matalimmillaan kesä- ja heinäkuussa. (Erkkilä & Siiskonen 1992: 58–59; Mendelsohn & Roberts 1997: 7.)

Erkkilän & Siiskosen (1992: 60) mukaan Itä-Caprivin kasvillisuus voidaan jakaa viljeltyihin alueisiin, vesikasvillisuuteen joissa, järvissä ja soilla, sekä puustoihin alueisiin. Suurimmat alueen kasvillisuuteen vaikuttavat tekijät ovat maaperän hedelmällisyys, tulvat ja metsäpalot. Tulvatasangoilla kasvaa pääosin ruohoa, sillä tulvavedet huuhtovat ravinteita maaperästä, niin etteivät puut pysty kasvamaan tällaisilla alueilla. (Erkkilä & Siiskonen 1992: 60.) Kasvillisuuden hyödyntäminen Caprivin alueella on runsasta ja sitä käytetään esimerkiksi rakentamiseen. Jopa 88 % taloista on rakennettu puusta, 78 % talojen katoista on tehty heinistä tai kaisloista ja 96 % kotitalouksista käyttää puuta ruoanlaitossa. Kasvillisuudesta saadaan esimerkiksi ravintoa, kuten hedelmiä ja pähkinöitä sekä aineksia lääkinnällisiin tarpeisiin. (Mendelsohn & Roberts 1997: 16–24.)

Alueella virtaa kaksi ympärivuotista jokea: Kwando-Linyanti-Chobe ja Zambezi (kuva 5), jotka tulvivat vuosittain. Etenkin Zambezissa vedenkorkeuden vaihtelut ovat suuria, jopa kahdeksan metriä kuivan- ja sadekauden välillä. (Erkkilä ja Siiskonen 1992: 59; Mendelsohn & Roberts 1997: 3.) Zambezin tulvat saavat alkunsa runsaista sateista sen valuma-alueella Angolassa ja Sambiassa (Nasa Earth Observatory 2010). Samoin Kwando-Linyanti-Chobe saa alkunsa Angolasta. Alueella on myös Liambezi-järvi, johon vedet lakkasivat virtaamasta vuonna 1982. Tämän seurauksena se kuivui muutamassa vuodessa. Nykyisin järven aluetta peittävät ruohotasangot ja viljelyalueet, mutta suurien tulvien aikana siihen valuu jälleen vettä. Zambezin ja Choben välinen tulvatasanko peittää lähes yhden kolmasosan koko Itä-Caprivin alueesta. Tulvat vaihtelevat vuosittain ja suuren tulvan sattuessa jopa 3265 km² kokoinen alue voi tulvia. Toisaalta kuivina vuosina tulvan alle saattaa jäädä vain noin 166 km². (Erkkilä & Siiskonen 1992: 59; Mendelsohn & Roberts 1997: 37–38.) Kun

Zambezin tulvavedet tavoittavat Chobe-joen, Chobe alkaa virrata vastakkaiseen suuntaan, kohti Liambezi-järveä. Vesi virtaa Liambezi-järveen suoraan Zambezi-joesta Bukalon kanavan kautta tulvavesien ollessa todella korkealla (kuva 6). (Nasa Earth Observatory 2010.) Zambezin vedenkorkeus on suurimmillaan maaliskuu-, huhti- ja toukokuussa, ja Kwando-Linyanti-Choben kesä-, heinä- ja elokuussa (Mendelsohn & Roberts 1997: 35–37).



Kuva 6. Itä-Caprivin joet ja tulvatasangot. (Tulvatieto on johdettu Landsat TM 5 -aineistosta.)

Tulvat ovat luonnollinen, vuosittainen ilmiö alueella. Joet ja tulvat hyödyttävät ihmisiä monella tapaa: ne tarjoavat kalasaalista, vettä esimerkiksi maatalouden käyttöön ja ennen kaikkea hedelmällisen maaperän viljelyä varten (Mendelsohn ym. 2002: 61). Toisaalta voimakkaat tulvat aiheuttavat enenevässä määrin ongelmia, sillä etenkin Caprivin itäiset tulvatasangot ovat laajasti asutettuja, viljeltyjä ja laidunnettuja. Tulvat vähentävät viljelypinta-alaa, tuhoavat asumuksia ja tiestöä, rajoittavat laidunnukseen kelpaavia alueita ja voivat lisätä tautien esiintyvyyttä. (Ministry of Environment and Tourism 2011: 13–14.) Itä-Caprivissa on perustettu evakuointileirejä niille, joiden asutus on jäänyt tulvan alle. Leirien mukanaan tuoma ongelma on kuitenkin ympäristön tuhoutuminen, sillä muuttavan väestö tuo suuret määrät karjaa mukanaan. (Ministry of Environment

and Tourism 2011: 16.) Esimerkiksi vuonna 2011 yli 1000 ihmistä jouduttiin evakuoimaan Zambezi-joen tulviessa (Nasa Earth Observatory).

3.2.2. Väestö ja maanomistus

Itä-Caprivin väestö on kasvanut nopeasti. Mendelsohnin ja Robertsin (1997: 15) mukaan vuonna 1909 alueella asui noin 5000 ihmistä, kun vuonna 1996 heidän lukumääränsä oli kasvanut jo noin 74 000 henkeen. Vuoden 2011 väestölaskennan mukaan koko Caprivin asukasluku oli 90 100 henkilöä. Väestötiheys Caprivin alueella oli 6,1 henkilöä/ km². (National Planning Commission 2012: 42.) Noin 28 000 henkilöä asuu Katima Mulilossa, Caprivin ainoassa kaupungissa. Kotitalouksia on koko Caprivin alueella 22 000, ja ne koostuvat keskimäärin neljästä henkilöstä. (National Planning Commission 2012: 56–57.) Asutus keskittyy erityisesti vesistöjen läheisyyteen sekä pääteiden varsille. Noin 23 000 Itä-Caprivilaista asuu viiden kilometrin säteellä ympärivuotisesta joesta tai niiden tulvatasangoista (Mendelsohn ym. 2002: 60–61). Muuhun Namibiaan verrattuna asutus Itä-Caprivissa on ollut hyvin pysyvää (Erkkilä & Siiskonen 1992: 60).

Namibia on yksi niistä viidestä valtiosta, joissa on eniten hiv-tartuntoja maailmassa ja Caprivi on sen pahinta riskialuetta. Tämän odotetaan hidastavan väestönkasvua. (WHO 2005; Chinsebu & Hedimbi 2010; Ministry of Health and Social Services 2008: 14.) On huomattu, että eniten hiv-tartuntoja on alueilla, joilla on kaivostoimintaa, turismia tai jotka ovat saapumis- ja poistumisteitä maasta (Ministry of Health and Social Services 2008: 21). Caprivi sijaitsee juuri tällaisessa usean valtion yhtymäkohdassa, jossa liikkuvuus on suurta. Namibian itsenäistyessä vuonna 1990 maahan palasi noin 45 000 pakolaista ja on arvioitu, että noin 4000:lla heistä oli hiv-tartunta. Itsenäistymisen myötä liikkumista ei enää rajoitettu ja muuttoliike kasvoi, joten hiv alkoi levitä nopeasti. Aikuisten kuolleisuus lähti kasvuun noin neljä vuotta sen jälkeen, kun hiv-epidemia yleistyi. (Notkola ym. 2004: 1061–1064.) Tutkimusten perusteella vaikuttaa siltä, että hiv-lukemat ovat kasvaneet vuoteen 2002 asti, jolloin ne ovat olleet huipussaan ja alkaneet sen jälkeen hiljalleen pienentyä (ks. esim. Ministry of health and Social Services 2008: 19). Mendelsohnin ym. (2002: 169) mukaan elinajanodote vuonna 1991 Caprivissa oli 53 vuotta. Pääosin hiv:n leviämisen vuoksi se oli laskenut vuoteen 2000 mennessä 33 vuoteen. Itä-Caprivin ainoassa kaupungissa, Katima Mulilossa hiv-infektion saaneiden osuus on noussut 14 %:sta 33 %:iin vuosien 1992 ja 2000 välillä. Vuonna 2002 osuus oli jo 43 %, mutta vuonna 2008 se oli laskenut 31,7 %:iin. Aidsin osuus koko maan kuolemista vuonna 1992 oli 2 %, kun se vuonna 2000 oli jo 28 %. Aids-kuolemat hidastavat

väestönkasvua ja jättävät jälkeensä orpoja sekä vähentävät työvoimaa, sillä suurin osa aids-kuolemista koskettaa 25–45-vuotiaita. (Mendelsohn ym. 2002: 174–175; Ministry of Health and Social Services 2008: 19.)

Aids-kuolemien lisäksi muuttoliike kaupunkeihin vähentää maaseudun asukkaiden määrää. Koko ajan kasvava määrä väestöä muuttaa kaupunkeihin etsiäkseen töitä, sillä väestön kasvaessa maaseudun resurssit eivät enää riitä kaikkien toimeentuloon (Association for Local Authorities in Namibia 2012). Samoin kuin muuallakin Namibiassa, myös Itä-Caprivissa maaseudun asutus on vähentynyt, kun taas Katima Mulilon väestö on kasvanut nopeasti. Itä-Caprivin asutukseen vaikuttavat merkittävästi myös tulvat, joiden takia ihmisten täytyy aika ajoin siirtyä alueelta toiselle. (Erkkilä & Siiskonen 1992: 60.) Tiestön kehitys on johtanut lisääntyneeseen muuttoliikkeeseen Itä-Caprivin sisällä tulvatasangoilta Salambalan alueelle (Matengu 2001: 27). Tiestön lisääntyessä syrjäisempienkin alueiden saavutettavuus kasvaa, jolloin niitä voidaan ottaa paremmin käyttöön. Vuonna 2004 avattiin silta Namibian ja Sambian välille. Silta on osa Trans Caprivi Corridoria, joka luo yhteyden Sambian Copperbeltin ja Namibian satamakaupungin Walvis Bayn välille. Lähellä oleva silta on tehnyt Katima Mulilosta vilkkaan pysähdyspaikan ja houkuttelee näin uusia yrityksiä ja asukkaita kaupunkiin. (Zeller 2009: 133–134.)

Itä-Caprivi jakautuu yhteisomistusalueisiin sekä valtion omistamiin alueisiin, joihin kuuluu muun muassa metsää, maatalousprojekteja ja kansallispuistoja. Yhteisomistusalueilla harjoitetaan ennen kaikkea kotitarveviljelyä, mutta niillä on jonkin verran myös kaupallista toimintaa, kuten metsästystä ja turistimajoitusta. Lisäksi alueella on maaseutuyhteisöjen muodostamia suojelualueita. Maankäyttö on kuitenkin monin paikoin kontrolloimatonta. (Mendelsohn & Roberts 1997: 8.) Yhteisomistusalueilla on useita valtataseja: jokaisella kylällä on oma päällikkönsä, joka konsultoi vanhemmalle päämiehelle. Vanhempi päämies edustaa useita kyliä ja on osa heimovaltuustoa, jota johtaa valtuuston päällikkö (Mendelsohn & Roberts 1997: 7). Vaikka yhteisomistusmaa-alueet ovatkin valtion omistuksessa, on perinteisellä heimohallinnolla yhä päätäntävaltaa niiden maankäytön suhteen (Long & Jones 2004: 144).

3.2.3. Maatalous

Itä-Caprivissa harjoitetaan lähinnä omavaraismaataloutta. Joillakin maanviljelijöillä on oikeus jopa 200 hehtaarin kokoisiin maa-alueisiin, mikä on poikkeuksellista verrattuna muihin yhteisomistusalueisiin. Keskimäärin maatilat ovat kuitenkin vain neljän hehtaarin kokoisia. Itä-Caprivin viljellyimmät kasvit ovat maissi, durra ja yleisimpänä hirssi, joiden lisäksi viljellään esimerkiksi papuja ja kurpitsoita. Maanviljely on hyvin työvoimavaltaista eikä uudempaa tekniikkaa juuri ole. Maa muokataan, vilja kylvetään ja sato korjataan käsin tai härkien avulla. Vain harvoja peltoja lannoitetaan tai kastellaan. (Erkkilä & Siiskonen 1992: 61; Mendelsohn & Roberts 1997: 28; Mustonen 2004a: 151.) Kasvukaudella 1998–1999 caprivilaisista kotitalouksista yli 64 % viljeli maata (Polojärvi 2007: 29). Kaupallinen maataloussektori on kasvussa myös Itä-Caprivissa. Tuotteita myydään paikallisesti tai välittäjille ja niistä käydään vaihtokauppaa paikallisten kesken. Kaupallisen sektorin kasvu johtuu muun muassa valtion työntekijöistä, kuten opettajista ja poliiseista, jotka investoivat osan palkastaan esimerkiksi karjaan tai työvoimaan. (Mendelsohn & Roberts 1997: 29.) Maanviljelyn hankaluudesta ja väestönkasvusta johtuen Pohjois-Namibian yhteisomistusalueilla, kuten Itä-Caprivissa ei ole voitu saavuttaa ruokaomavaraisuutta (Älli 1993: 27).

Namibiassa ilmasto ja sääolojen vaihtelu vaikuttavat maatalouteen merkittävästi. Sateet vaihtelevat alueittain ja vuosittain paljon ja ovat vaikeasti ennustettavia. Tällä on vaikutuksensa useiden namibialaisten päivittäiseen toimeentuloon myös Itä-Caprivissa ja katovuodet ovat yleisiä (Mustonen 2004a: 149–150). Kuivuus ei ole maatalouden ainoa ongelma, vaan myös maaperän laatu ja nopea veden haihdunta luovat haasteita. Itä-Caprivin maaperä koostuu pääosin paksuista kalaharin hiekkakerrostumista, joiden ravinteikkaus on hyvin vähäistä. Ne pidättävät vettä heikosti, kuivuvat nopeasti sateiden jälkeen ja ovat herkkiä tuulen ja veden aiheuttamalle eroosiolle. Jokien uomiin ja tulvatasangoille sen sijaan on kerrostunut ravinteikkaampaa maa-ainesta. (Zeller 2000: 6.) Itä-Caprive on Namibian potentiaalisinta maatalousmaata suhteellisen runsaiden sateiden ja paikoin hedelmällisen maaperän vuoksi, joten viljely onnistuu, mutta vain paikoitellen (Moyo ym. 1993: 177; Turner 2000: 245). Koko Caprivista vain noin 16 % on arvioitu sopivan hyvin ja 14 % kohtalaisesti maanviljelyyn (Polojärvi 2007: 29).

Itä-Caprivissa viljellään kahdella erilaisella alueella. Suurin osa viljelyksistä on kosteammilla alueilla jokien läheisyydessä ja tulva-tasangoilla (Polojärvi 2007: 29). Lisäksi viljellään

korkeammilla alueilla jotka eivät tulvi, ja joilla sateet mahdollistavat viljelyn. Tulvatasangoilla viljellään erityisesti maissia, kun taas hirssi ja durra sopivat paremmin korkeammille, kuivemmille alueille. Ihmiset voivat muuttaa tulvatasangoille istuttamaan viljelyksensä heti kesä - elokuussa kun tulva väistyy, sillä tulvan jälkeensä jättämä kosteus riittää, eikä heidän tarvitse odottaa sateita kylvääkseen viljan. Viljeltyjä lajeja tai viljelysten sijaintia ei juurikaan vaihdella, ja lannoitteiden käyttäminen on harvinaista. Paine maata ja luonnonvaroja kohtaan kasvaa jatkuvasti, joten viljelyalueisiin liittyviltä konflikteilta ei vältytä. Tulvatasangoilla viljely on hankaloitunut, sillä villieläinten määrä on kasvanut ja erityisesti norsut ja virtahevot aiheuttavat yhä enemmän vahinkoa viljelyksille. (Purvis 2002: 20–21.)

Itä-Caprivissa harjoitetaan runsaasti karjataloutta. Yleisintä on nautakarja, joka tuottaa monenlaisia hyötyjä, kuten maitoa, lihaa, rahatuloja ja etenkin sosiaalista turvaa ja arvostusta sekä toimii vetovoimana viljelyksillä. Suuri määrä karjaa kuvastaa yhä perinteistä vaurautta. Vuohia kasvatetaan lähinnä ruoan ja rahatulojen vuoksi. Yöt karja viettää karja-aitauksissa lähellä kyliä. Kun karja-aitaukseen kertyy runsaasti lantaa, aitaus siirretään, ja samalla vapautuu lannoitettua maata viljelykseen. Päivisin karja saa laiduntaa vapaana luonnonlaitumilla metsissä, pensaikkosisissa laaksoissa ja tulvatasangoilla. Puolet koko Caprivin karjan määrästä on keskittynyt itäisille tulvatasangoille ja niiden lisäksi tiheys on suurimmillaan Katima Mulilon ja Kongolan välisen tien varrella. (Polojärvi 2007: 31.) Vaikka maa on yhteisomistuksessa, on olemassa sääntöjä ja rajoituksia siitä, kenen karja saa laiduntaa missäkin. Toisaalta laiduntavan karjan määrää ei rajoiteta. Sadekauden aikana karja suosii metsäisiä alueita, mutta siirtyy niiden kuivuessa pensaikkosisiin laaksoihin. Elo-syyskuussa karja siirretään tulvatasangoille ja tulvan taas noustessa laidunkierto alkaa alusta. Vaikka tulvatasankojen ruhostot eivät ole kovin reheviä, karja keskittyy kuivana kautena laiduntamaan niille hyvän veden saatavuuden vuoksi. Villieläinten määrän lisääntyminen vaikuttaa viljelyn lisäksi myös karjatalouteen, sillä leijonien ja hyeenojen hyökkäykset ovat lisääntyneet viime vuosina. (Purvis 2002: 21–22.)

Karjan määrään vaikuttavat erityisesti vedensaanti, laidunnusmahdollisuudet ja laidunmaan laatu sekä taudit. Vuonna 1996 Itä-Caprivissa oli noin 124 000 nautaa ja 6 600 vuohia. 1990-luvun lopussa oli pienempiä tulvia, jolloin laidunmaata oli enemmän käytettävissä ja niille pääsy oli helpompaa. Samalla karjan terveys parani rokotusohjelmien ansiosta, joten sen määrä kasvoi. Vetovoiman lisääntyttyä myös viljelty alue on laajentunut. Karjan määrän lisääntyminen on aiheuttanut laidunnuspaineen lisääntymistä, samalla kun karjanomistajien hyvinvointi ja määrä on

kasvanut. (Mendelsohn & Roberts 1997: 26.) Maa-alan vähyys ihmismäärään nähden on johtanut siihen, etteivät laidunalueet ehdi palautua ylilaidunnuksen vuoksi. Laidunmaan kantokyvyn on määriteltävä tarkoittavan suurinta mahdollista kasvinsyöjien (karjan) määrää, jonka laidunmaa voi elättää ja olla silti kestäväällä pohjalla (FAO 1988, De Leeuw ym. 1990 mukaan). Laidunmaiden kantokyvyn ylittävä laidunnus johtaa maan kulumiseen, jota esiintyy Itä-Caprivissa etenkin itäisellä tulvatasangolla, suurten asutusalueiden ympäristössä ja vesipisteiden lähellä (Mendelsohn 2002: 150). Yhteismaiden karjanomistajat tunnistavat harvoin ylilaidunnusta merkittäväksi ongelmaksi. Koska sateisina vuosina laidunnettavaa riittää, mutta kuivina vuosina ei, laidunmaan kunnon katsotaan olevan riippuvainen sateista, eikä niinkään sen hallinnasta tai karjan määrästä. (Sweet 1997, Sweet 1998: 6 mukaan.) Sweet (1998: 6) esittää, että on selvää, että tiheästi laidunnetuilla alueilla kasvillisuuspeite ja sen rakenne muuttuu, mutta laidunmaan pilaantumisen tilaa on vaikea arvioida. Siihen vaikuttavat monet monimutkaiset seikat aina kantokyvystä erilaisiin kasvillisuusrakenteisiin ja kuivuuden vaikutuksiin (Sweet 1998: 6).

Itä-Caprivi kuului aiemmin vyöhykkeeseen, jonka rajaa kutsutaan muun muassa punaiseksi linjaksi tai VCF -aidaksi (veterinary cordon fence) (kuva 3). Vyöhyke oli rajattu karjautien, kuten suu- ja sorkkataudin leviämisen vuoksi, ja karjataloustuotteiden ja eläinten markkinointi sen ulkopuolisille alueille oli hyvin hankalaa. (Älli 1993: 48; Moyo ym. 1993: 165.) Vuonna 2010 raja poistettiin, niin että myös pohjoisosien yhteisomistusmaiden karjankasvattajat voivat markkinoida karjaa ulkomaille. Tähän voi mennä jonkin aikaa, sillä hallituksen tulee ensin vahvistaa tautien tarkkailumittauksia, niin että ne ovat kansainvälisten standardien mukaisia. (FANRPAN 2010.)

Kuivuus on sekä viljelyn että karjatalouden suurin uhka. Esimerkiksi voidaan nostaa yksi Namibian pahimmista kuivuuskausista, joka sattui vuosina 1992 ja 1993. Kuivankauden aikana Caprivissa sademäärä oli noin 90 % odotetusta, mutta viljasato romahti vain kahdeksaan prosenttiin vuoden 1991 tasosta, koska sateita ei tullut juuri ollenkaan tammikuun lopusta maaliskuun alkuun ulottuvana ajanjaksona. Koko Namibiassa lähes puolet maissia viljelleistä yhteismaiden viljelijöistä jäi kokonaan vaille satoa. Hirssin ja durran osalta kokonaan sadotta jääneiden osuus oli noin 21 % viljelijöistä. (Devereaux ym. 1993, Sweet 1998: 11 mukaan.) Erityisen kuiva kausi voi johtaa suuriin karjan menetyksiin. Vuosien 1992 ja 1993 aikana kuoli jopa 22 % yhteismaiden nautakarjasta (Mendelsohn ym. 2002: 148), kun kaupallisilla tiloilla menetykset olivat vain 2 % luokkaa. Vuohista menetettiin yhteisomistusmailla jopa 40 % ja lampaista 43 %. (Devereaux ym. 1993, Sweet 1998: 12 mukaan.)

3.2.4. Salambalan suojelualue

Itä-Caprivissa, noin 30 kilometriä kaakkoon Katima Mulilosta, sijaitsee Salambalan suojelualue. Se on perustettu vuonna 1994 ja rekisteröity kesäkuussa 1998. Suojelualue on laajuudeltaan noin 931 km² ja se muodostuu aidatusta, tarkemmin suojellusta ydinalueesta sekä sitä ympäröivästä alueesta, jossa luonnonvarojen käyttö on sallitumpaa. (Management and Utilization Plan 2005: 2.) Suojelualueella asuu yhteensä 8020 ihmistä kahdeksassatoista kylässä. Pohjoisosassa on mopanemetsiä ja eteläosaa peittävät tulvatasangon ruohostot. Se työllistää 13 henkilöä muun muassa riistanvartijoina ja leirintäalueen työntekijöinä ja sillä on 3500 rekisteröityä jäsentä. (NASCO; Murphy ym. 2008: 18–19.) Suojelualueen tarkoituksena on ohjata luonnonvarojen käyttöä kestävämpään suuntaan, luoda työpaikkoja turismin kautta, lisätä villieläinten määrää alueella, estää salametsästys ja tuottaa tuloja, jotka ohjataan suojelualueen jäsenille (Management and Utilization Plan 2005: 2).

Salambalan ydinalueen perustaminen aiheutti kiistoja, sillä sen vuoksi 17 perhettä joutui vaihtamaan asuinpaikkaa. Samalla se toi rajoituksia eläinten laidunnukselle ja viljelysten perustamiselle. Villieläinten määrä alueella on lisääntynyt merkittävästi, mikä hyödyttää turismia. Toisaalta ne aiheuttavat haittaa viljelyksille, kalastukselle ja karjataloudelle. Myös villieläinten hyökkäykset ja niiden uhka ihmisiä kohtaan kasvavat. Kolmentoista suoran työpaikan lisäksi suojelualue on tuottanut tuloja asukkaille muun muassa käsitöiden myynnin kautta. Jäsenillä on myös pieni metsästyskiintiö alueelle. Salambalan tuottamat rahatulot jaetaan kylien kesken vuoden tai kahden välein. (Murphy ym. 2008: 19–20; Murphy & Roe 2004: 123.) Kasvava väestö, työttömyys ja huono infrastruktuuri ovat asettaneet haasteita suojelualueen ylläpitämiselle (Management and Utilization Plan 2005: 2).

3.2.5. Itä-Caprivin haasteita: ilmastonmuutos, maastopalot ja pensaikoituminen

Jo nyt Koillis-Namibiassa on havaittu sekä lämpötilojen että sateiden muuttuneen. Kuivakausi on pidentynyt. Sadekausi alkaa myöhemmin ja loppuu aiemmin kuin ennen, samalla kun perättäisiä sateisia päiviä on entistä harvemmin. Myös haihdunta lisääntyy lämpötilojen noustessa. Sademäärät ovat toistaiseksi näyttäneet vähentyneen, mutta tulevaisuudessa kesäsateiden odotetaan muuttuvan voimakkaammiksi samalla kun ne tulevat lyhyemmän ajan sisällä. Kaiken kaikkiaan ennustetaan, että ilmaston vaihtelut tulevat olemaan suuria. Toisaalta kuivuuden uskotaan lisääntyvän, mutta

lisäksi tulvien ennustetaan pahenevan, sillä on odotettavissa että esimerkiksi Zambezi-joen valuma-alueen sateet Sambiassa ja Angolassa lisääntyvät. Sadekauden alkamisen epävarmuus ja pidemmät kuivuuskaudet tulevat vaikeuttamaan viljelyn aloittamisen ajoittamista. Sadot tulevat olemaan pienempiä ja osa viljelymaasta menetetään, kun kasvukaudesta tulee lyhyempi. Erityisesti Caprivin alueella pintaveden puute ja ravinneköyhä maaperä tulevat rajoittamaan laidunmaiden kantokykyä. Kuivuus ja korkeammat lämpötilat voivat vaikuttaa negatiivisesti joidenkin vilja- ja eläinlajien tuotantoon. Eläinten sairaudet voivat yleistyä ja maidon- ja lihantuotanto sekä lisääntyminen häiriintyä. Ilmastonmuutoksen mukanaan tuoma kuivuus ja korkeammat lämpötilat lisäävät maastopalojen yleistymisen ja laajenemisen riskiä. Jo ennestään runsaista maastopaloista kärsivälle Itä-Capriville tämä on vakava uhkatekijä. (Ministry of Environment and Tourism 2011: 12; 14–15.)

Joka vuosi laajat alueet palavat Namibian koillisosissa, siis myös Itä-Caprivissa. Suurin osa paloista syttyy kesä- ja lokakuun välillä kuivana kautena. Luonnollisiakin maastopaloja esiintyy, mutta suurin osa paloista sytytetään tarkoituksella. Perinteisesti tulta on käytetty Caprivissa esimerkiksi kaskiviljelyn apuna, laidunmaiden uudistamiseksi, metsästyksen apuna, tuholaiistorjunnassa ja hunajan keräämisessä. Näistä erityisesti *slash-and-burn* -menetelmä, eli kaskiviljely on laajassa käytössä Itä-Caprivissa. (FAO: 41–42.) Palot eivät kuitenkaan aina pysy hallinnassa, ja yksi tuli voi lopulta tuhota jopa satoja neliökilometrejä metsää ja laidunmaita. Palot aiheuttavat useita ongelmia. Ne tuhoavat sekä vanhaa puustoa että taimia ja laidunmaita sekä suoraan että lisäämällä pensaikoitumista. Myös ihmishenkiä ja karjaa menetetään. Peltojen raivaamisen lisäksi maastopalot ovat Namibiassa suurin syy metsien häviämiseen. (Mendelsohn ym. 2002: 106; Ministry of Environment and Tourism 2011: 15.) Mendelsohn ym. (2002: 106) tarkasteli paloalueita Koillis-Namibiassa vuosien 1996 ja 2000 välillä. Tämän ajanjakson aikana alueesta paloi vuosittain keskimäärin 51 %.

Myös pensaikoituminen, jota metsäpalotkin edesauttavat, on ongelma Itä-Caprivissa. Erkkilän & Siiskosen (1992: 169) mukaan pensaikoituminen tarkoittaa kasvillisuuden epätasapainoa syvälle juurtuvien puuvartisten kasvien ja pintajuuristen ruohojen välillä. Suhteellisen avoimet alueet täyttyvät tiheistä puuvartistista pensaikoista ja harvojen yksittäisten kasvilajien osuudet muodostuvat suuriksi. Pensaikoituminen vähentää karjalle tärkeiden ruohokasvien kasvua ja toisaalta tiheät pensaikot estävät karjan pääsyn niiden välissä sijaitseville ruohoalueille. Pensaikoitumisen myötä laidunmaan kantokyky pienenee ja alueen potentiaali maataloustuotantoon vähenee. Näin ollen myös maan taloudellinen arvo laskee. (Mendelsohn ym. 2002: 107.) Pensaikoituminen on yleensä

seurausta liikalaidunnuksesta. Liikalaidunnus päästää vettä työntymään syvemmälle maaperään ja karja syö mielellään piikkiakasioiden palkoja, jolloin takaisin maaperään päätyvät siemenet itävät hyvin. Kotieläimet ovat myös riistaeläimiä valikoivampia syömänsä kasvillisuuden suhteen. (Erkkilä & Siiskonen 1992: 169–171.) Mendelsohnin ym. (2002: 107) mukaan maastopalojen runsas esiintymistiheys voi aiheuttaa pensaikoitumista yhteismailla. Monien viljelyä varten raivattujen alueiden, jotka on sittemmin hylätty, on huomattu pensaikoituneen (Mendelsohn ym. 2002: 07).

4. Aineisto ja menetelmät

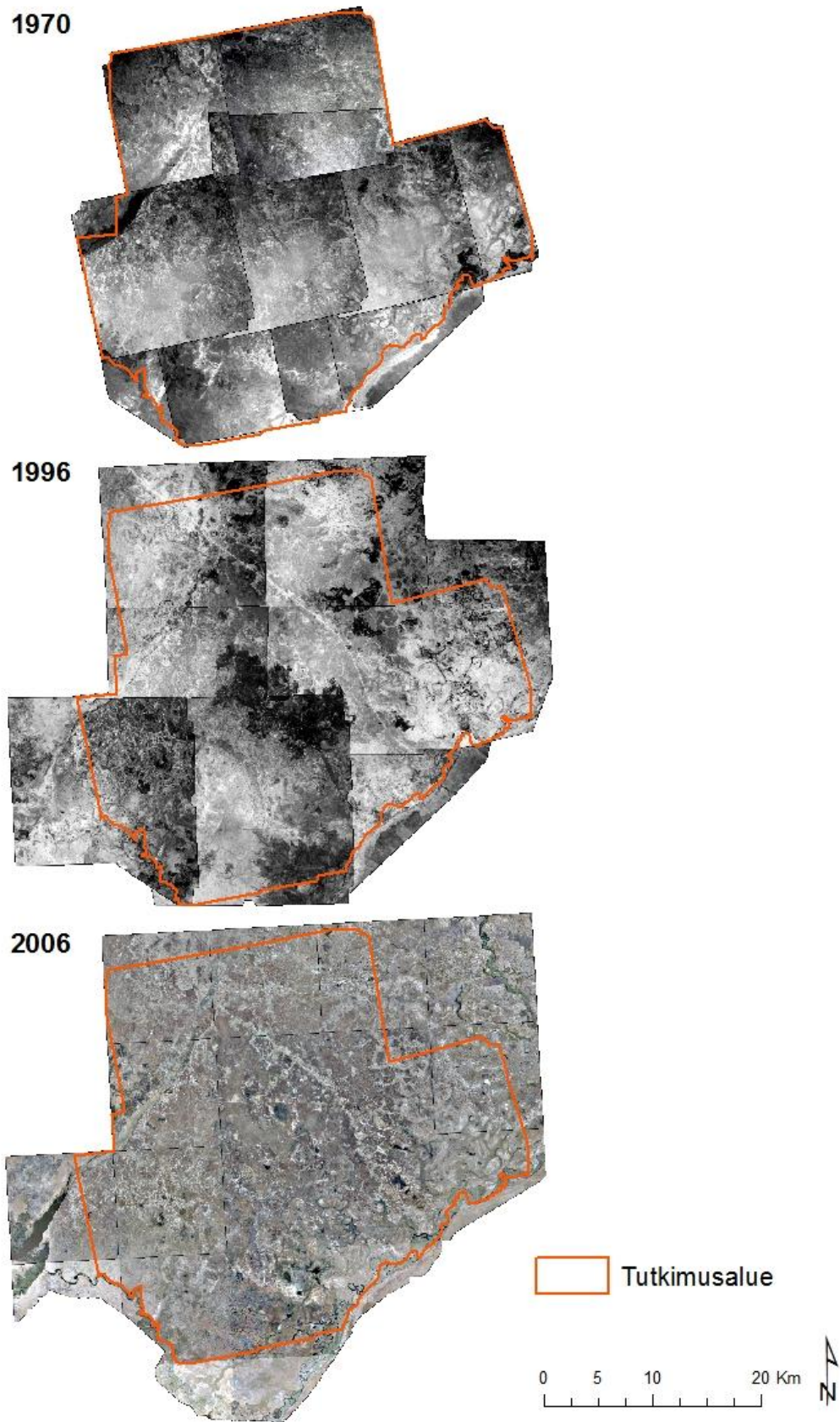
4.1. Ilmakuvat

Tutkimuksessa tarkasteltiin maankäytön muutoksia ilmakuvilta 1107,6 km² laajuisella alueella Itä-Caprivissa (kuvat 7 ja 15). Tutkimusalue rajautui ilmakuvien saatavuuden mukaan. Saatavilla olevasta kaukokartoitusaineistosta tutkimukseen valittiin kolme sarjaa ilmakuvia vuosilta 1970, 1996 ja 2006 (taulukko 1 ja kuva 7). Ilmakuvien valintaan tutkimusaineistoksi vaikutti se, että niissä on parempi spatiaalinen resoluutio kuin Landsat-satelliittikuvissa, jolloin pienemmät yksityiskohdat erottuvat paremmin. Toisaalta ilmakuvia oli saatavilla tutkimusalueelta myös sopivalta aikaskaalalta, niin että eri vuosien välinen vertailu onnistui mahdollisimman luotettavasti. Saatavilla oli ilmakuvasarja myös 1940-luvulta, mutta huonolaatuisuutensa vuoksi se jätettiin tarkastelun ulkopuolelle.

Taulukko 1. Tutkimuksessa käytetyt ilmakuvat.

2006	19 kpl	Värillisiä	Ortokuvia
1996	8 kpl	Mustavalkoisia	-
1970	16 kpl	Mustavalkoisia	-

Vuoden 1970 ja 1996 ilmakuvat ovat mustavalkoisia. Vuoden 1970 ilmakuvia on 16 kappaletta ja vuoden 1996 ilmakuvia kahdeksan kappaletta. Vuodelta 2006 olevat ilmakuvat ovat värillisiä ortoilmakuvia ja niitä on 19 kappaletta. Eri vuosien kuvat ovat erikokoisia, joten lukumäärällä ei ole peiton laajuuden kannalta merkitystä. Ilmakuvien peittämän alueen laajuus vaihtelee hieman vuosittain, vuonna 1970 sen ollessa pienin ja vuonna 2006 suurin. Jotta maankäyttöä pystyttäisiin vertailemaan eri vuosien välillä, on tutkimusalue rajattu sen mukaan, että ilmakuvat kattavat jokaiselta vuodelta saman, 1107,6 km² laajuisen alueen.



Kuva 7. Tutkimuksessa käytetyt ilmakuvat ja tutkimusalue.

4.2. Paikkatietomenetelmät

Ennen ilmakuvien tulkinnan aloittamista vanhemmat ilmakuvat oikaistiin koordinaatistoon vuoden 2006 ortokuvien avulla. Ilmakuvien tulkinnessa käytettiin ArcGIS -ohjelmaa. Aluksi digitoitiin kunkin kolmen vuoden ilmakuvilta asutusalueet ja viljelyalueet polygoneiksi (kuvat 8, 10 ja 11), sivutiet ja polut sekä päätiety viivamuodossa (kuvat 12–14) ja karja-aitaukset pisteiksi (kuvat 9 ja 11). Näin luotiin yhteensä 15 shapefileä (ArcGIS -ohjelman vektoriaineistotyyppi), kultakin tarkasteluvuodelta maankäyttöluokittain omansa. Tämän jälkeen näiden pinta-alat ja pituudet laskettiin kunkin shapefilen attribuuttitaulukkoon. Kullekin vuodelle muodostettiin tutkimusalueen mukainen ruudukko *Create fishnet* -toiminnolla, jossa yksi ruutu vastaa 500 metriä x 500 metriä luonnossa. Digitoitien ja ruutujen välillä suoritettiin *Spatial Join* -käsky, jolloin saatiin liitettyä digitoitien tiedot ruutuihin. Tuloksena oli kolme ruudukkoa, yksi kultakin tutkimusvuodelta. Jokainen ruudukko sisältää kyseisen vuoden tiedot digitoiduista maankäyttömuodoista. Näin voitiin valita esimerkiksi ruudut, joissa on karja-aitauksia tai jotka ovat niin sanotusti luonnontilaisia, eli niissä ei ole mitään tutkituista maankäyttömuodoista. Vertailemalla eri vuosien ruudukoita keskenään saatiin tietoa eri maankäyttömuotojen sijoittumisesta ja intensiteetistä sekä niiden muutoksista. Ruutum muodossa olevat kartat yleistävät tietoa, joten niiden avulla on selkeämpi esittää tapahtunutta muutosta. Digitoitien lisäksi ruudukoihin liitettiin vuoden 2009 laajimmasta tulvasta johdettu tieto, eli tulvalle herkimvät alueet ja alueet jotka eivät tulvi. Tieto on johdettu Landsat TM 5 satelliittikuvasta, joka on otettu 20.4.2009. Ruudukoihin liitettiin myös korkeusmallista (Digital Elevation Model) saatu maaston korkeustieto. Tulvatiedon avulla leikattiin vuoden 2006 digitoidut viljelyalueet, karja-aitaukset ja asutusalueet. Näin saatiin selville se, kuinka suuri osa näistä maankäyttömuodoista sijaitsee tulvaherkimmillä alueilla.

Maankäyttöluokkia ja niiden muutosta tarkasteltiin siis laskemalla niiden osuuksia ja muutosprosentteja digitoitien perusteella. Lisäksi ilmakuvilta arvioitiin silmämääräisesti sekä tulvatiedon avulla tutkittujen maankäyttömuotojen sijoittumista ja leviämistä alueella.



Kuva 8. Viljelyalue tulvatasangolla (S. Makkonen 27.11.2009) ja viljelyalueita vuoden 2006 ilmakuvassa.



Kuva 9. Karja-aitaus, jossa karjaa pidetään öisin. (Kuva: S. Makkonen 30.11.2009.)



Kuva 10. Perinteistä asutusta Itä-Caprivissa. (A. Ruokolainen 30.11.2009.)



• Karja-aitaus □ Asutusta

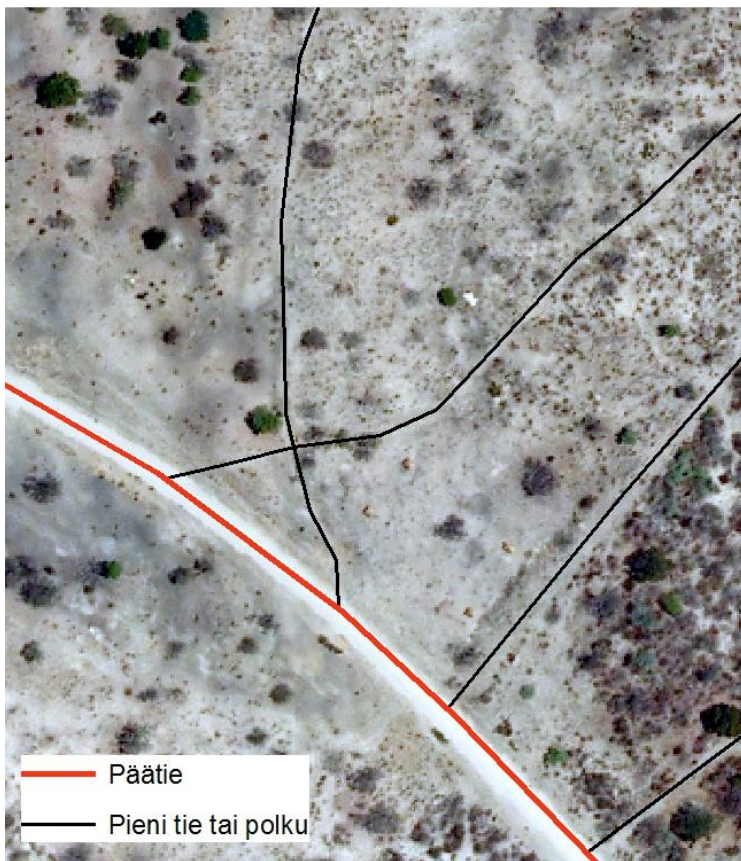
Kuva 11. Karja-aitauksia ja asutusta vuoden 2006 ilmakuvassa.



Kuva 12. Päälystämätön päätie. (A. Ruokolainen 28.11.2009.)



Kuva 13. Esimerkki pienestä sivutiestä/ polusta. (A. Ruokolainen 28.11.2009.)

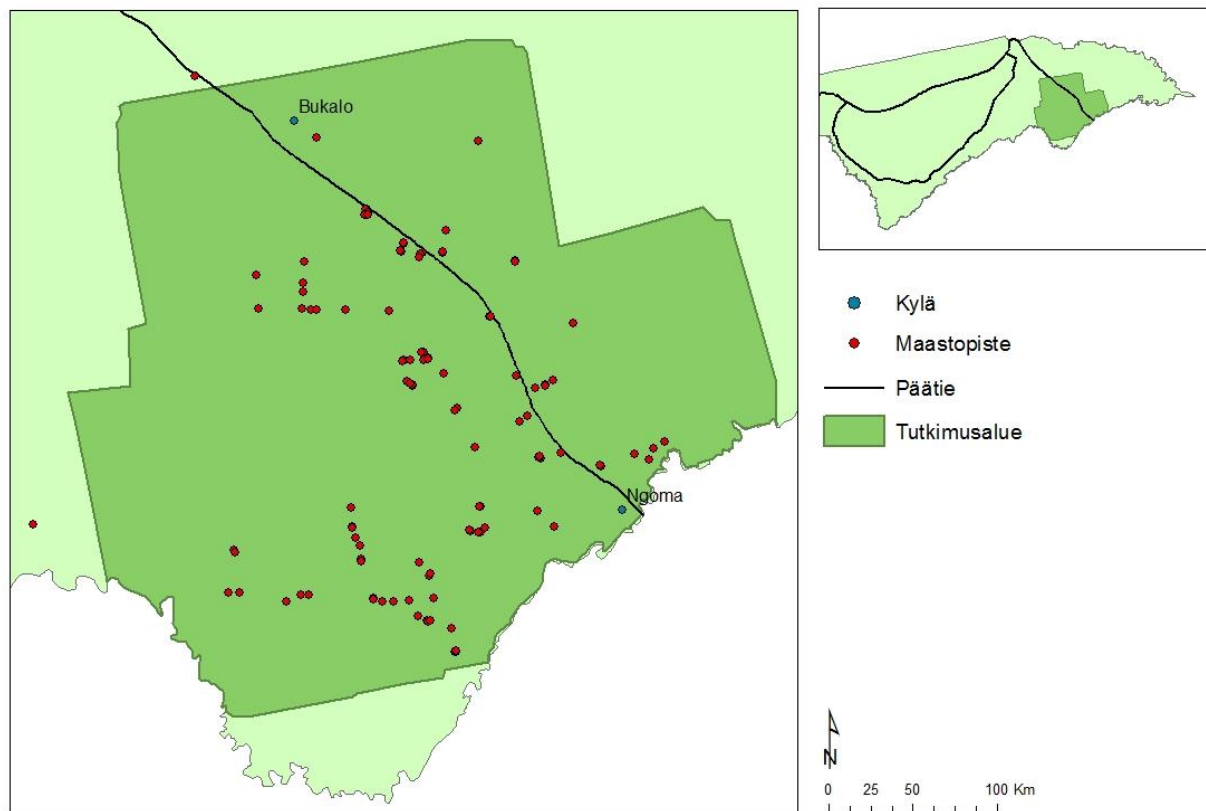


Kuva 14. Päätie, josta haarautuu sivuteitä ja polkuja.

4.3. Maastotutkimus

Maastoaineisto kerättiin marraskuussa 2009 Itä-Caprivissa Namibiassa. Maastotutkimukseen valmistauduttiin etukäteen tutkimalla ilmakuvia ja valitsemalla niiden pohjalta kohteita, joita tutkittaisiin lähemmin. Valitut kohteet olivat lähinnä tunnistamattomia ja mielenkiintoisen näköisiä alueita, joista haluttiin lisätietoja ilmakuvien tulkinnan helpottamiseksi. Tutkimusalueella kierrettiin etsimässä ennakkoon valittuja kohteita ja lisäksi valittiin sattumanvaraisesti uusia. Uuden kohteen valintaan vaikuttivat etenkin saavutettavuus ja erilaisuus verrattuna aiempiin tutkittuihin kohteisiin. Apunamme tutkimusalueella oli FT Kenneth Matengu. Hän on kotoisin alueelta ja näin ollen oli suureksi avuksi osatessaan paikallista kieltä ja antaessaan lisätietoja kohteista. Tietoja kerättiin yhteensä 117 pisteestä (kuva 15), joista osa oli valittu ennakkoon ilmakuvien pohjalta ja osa valittiin paikanpäällä. Kustakin kohteesta otettiin kuvia ja kirjattiin ylös tietoja kasvillisuudesta,

maaperästä ja kohteen käyttötarkoituksesta. Kohteen koordinaatit tallennettiin GPS-laitteella (Trimble GeoXT).



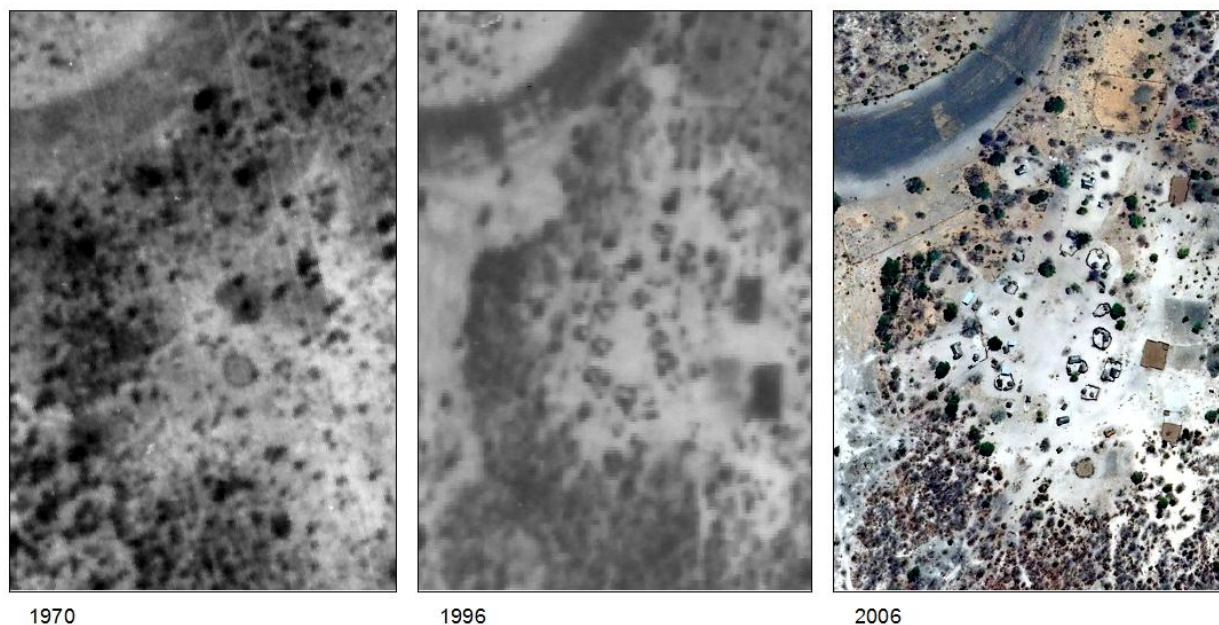
Kuva 15. Kerätyt maastopisteet ja tutkimusalue.

Kerätyt koordinaattitiedot siirrettiin shapefileksi niin, että kohteita ja niiden sijaintia voitiin tutkia ilmakuvilta ArcGIS -ohjelman avulla. Tutkimuskohteista kerätyt tiedot kirjoitettiin puhtaaksi ja yhdistettiin samaan tiedostoon niistä otettujen kuvien kanssa. Maastotutkimuksen tarkoituksena oli auttaa ilmakuvien tulkinnessa. Jo alueella käyminen ja ympäristöön tutustuminen auttoi hahmottamaan ilmakuvia paremmin, mutta lisäksi kohteista kerätyt tiedot auttoivat ilmakuvien tarkemmassa tulkinnessa. Ilmakuvia ja maastotietoja vertailtaessa on otettava huomioon, että uusimmat käytössämme olevat ilmakuvat on otettu vuonna 2006, kun taas paikan päällä kävimme kolme vuotta myöhemmin. Muutosta on siis ehtinyt joidenkin kohteiden osalta tapahtua.

4.4. Ilmakuvatulkinta ja virhelähteet

Vuoden 2006 ilmakuvat olivat väri-ilmakuvia ja niiden resoluutio oli tarkempi kuin aiempien vuosien kuvien. Ne olivat selvästi paremman laatuaisia kuin vuosien 1970 ja 1996 mustavalkoiset

ilmakuvat (kuva 16). Vuoden 2006 kuvat olivat myös kaikkein tasalaatuisimpia. Vuoden 2006 kuvissa näkyi paikoitellen paljaasta maanpinnasta johtuvaa heijastusta, eli pieniä vaaleita kohtia, joista maankäyttömuotojen erottaminen oli vaikeaa. Osa tulvatasankoa kuvaavista ilmakuvista oli vaaleampia, mutta voimakasta heijastusta vaikutti aiheuttavan erityisesti maaperä, josta kasvillisuus oli kulunut pois. Tällainen maaperä on seurausta kovasta kulumisesta, ja sitä esiintyy etenkin asutuksen liepeillä.



Kuva 16. Esimerkki ilmakuvien laatueroista. Kuvassa on esitettyä sama kylä vuosina 1970, 1996 ja 2006.

Vuoden 1996 kuvat olivat laadultaan vaihtelevia. Jotkut kohdat olivat varsin tummasävyisiä, toiset hyvin vaaleasävyisiä. Erityisesti vaaleus vaikeutti kohteiden tulkintaa. Myötä- ja vastavalon alueet oli erotettavissa selvästi: toinen puoli kuvasta oli vaalea, ja se tummui toista reunaa kohden. Vuoden 1970 kuvat olivat laadultaan samankaltaisia kuin vuoden 1996 ilmakuvat. Myös ne olivat mustavalkoisia. Laatu oli vaihtelevaa, sillä kuten vuoden 1996 kuvissa, myös 1970 vuoden kuvissa myötä- ja vastavalon alueet aiheuttivat sen, että toinen puoli kuvasta oli tummempi kuin toinen.

5. Tulokset: maankäytön muutokset tutkimusalueella

Ilmakuvilta tunnistetut maankäyttökohteet ja niiden pinta-alat, pituudet ja lukumäärät tutkimusajanjaksolla on koottu taulukkoon 2. Taulukko 3 sisältää luokkien prosentuaalisen muutoksen eri vuosien välillä. Muutosta tarkastellaan siis kahden eri ajanjakson välillä, vuodesta 1970 vuoteen 1996 ja vuodesta 1996 vuoteen 2006. Tarkastelussa on myös koko tutkimusajanjakson 1970–2006 aikana tapahtunut muutos.

Taulukko 2. Maankäyttöluokkien pinta-alat, pituudet ja lukumäärät vuosittain.

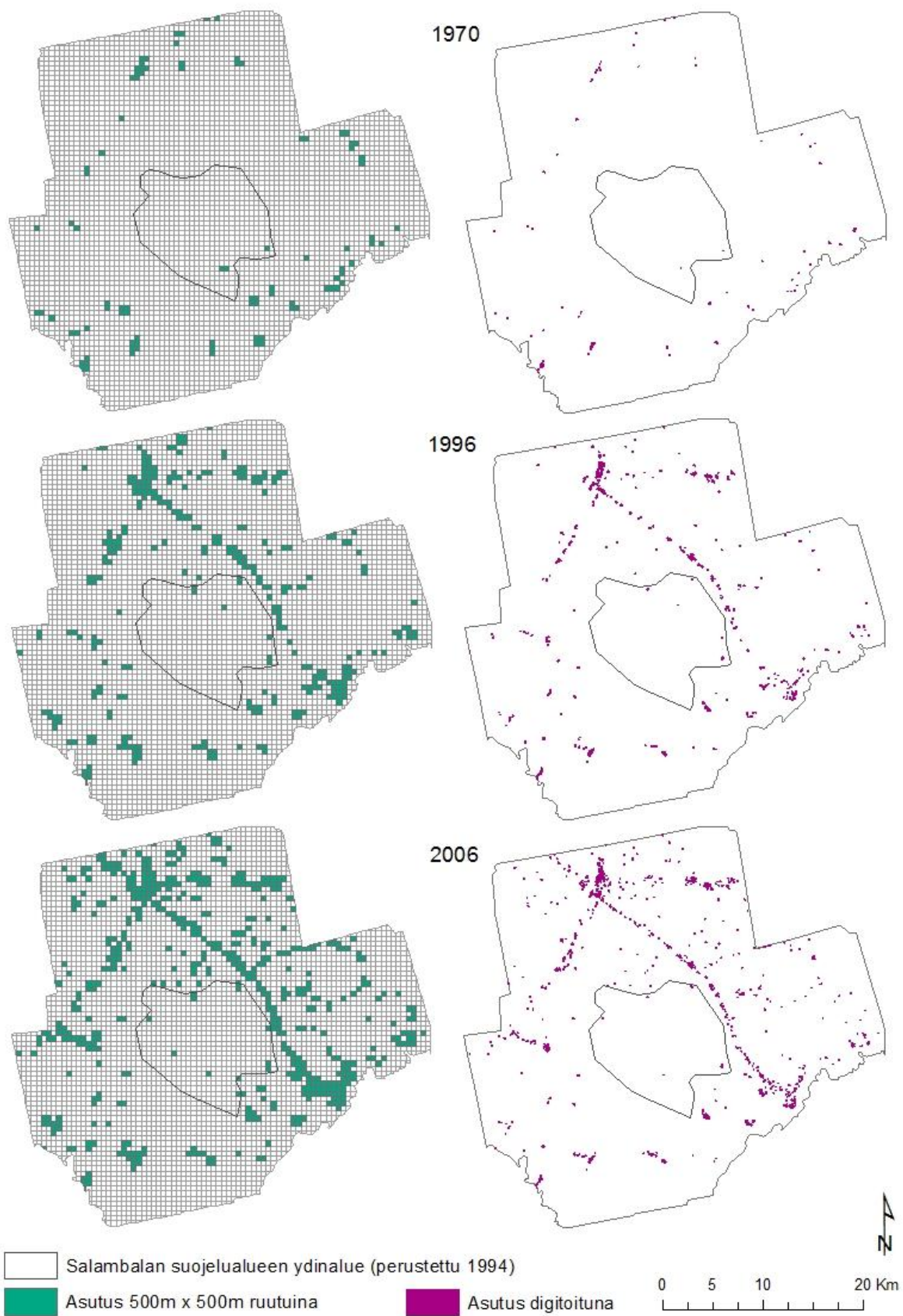
Vuosi	Asutusta (ha)	Karja-aitauksia (kpl)	Viljelyalueita (ha)	Pääteitä (km)	Sivuteitä ja polkuja (km)	Teitä ja polkuja yhteensä (km)
1970	91,6	82	701,8	49,6	650,3	699,9
1996	553,5	310	3619,2	111,3	1025,8	1137,1
2006	606,2	1149	3161,3	187,4	2197,6	2385,0

Taulukko 3. Maankäyttöluokkien prosentuaalinen muutos vuosittain.

Vuodet	Asutuksen muutos (%)	Karja-aitausten muutos (%)	Viljelyalan muutos (%)	Pääteiden muutos (%)	Sivuteiden ja polkujen muutos (%)	Koko tiestön muutos (%)
1970 – 1996	504,3	278,0	415,7	124,4	57,7	62,5
1996 – 2006	9,5	270,6	- 12,7	68,4	114,2	109,7
1970 – 2006	561,8	1301,2	350,5	277,8	237,9	240,8

5.1. Asutus

Asuinalueiden pinta-alassa on tapahtunut erittäin suuri muutos (kuva 17). Vuosien 1970–1996 välillä asutus on lisääntynyt jopa 504,3 %. Vuodesta 1996 vuoteen 2006 kasvu on jatkunut, mutta huomattavasti hitaammin: pinta-ala on kasvanut vain 9,5 %. Asutuksen muutosta tarkasteltaessa on otettava huomioon, että tutkimuksessa on tarkastelu asuinalueiden pinta-aloja (ha), eikä esimerkiksi talojen ja majojen lukumääriä. Näin ollen ei voida tehdä johtopäätöksiä väestön määrästä, vaan ainoastaan siitä, kuinka suuri pinta-ala on varattu asutuksen käyttöön.

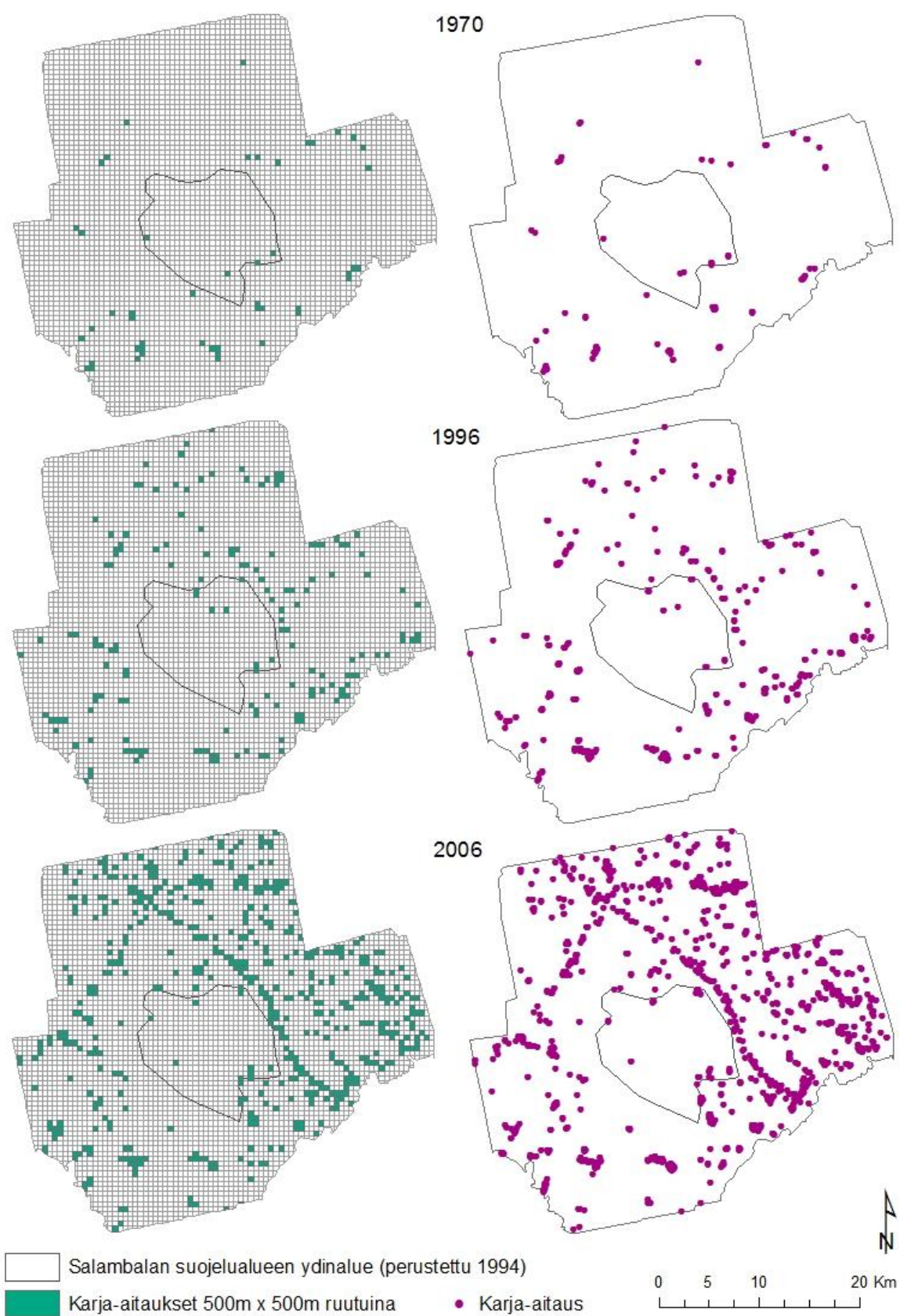


Kuva 17. Asutuksen muutokset tutkimusalueella 1970–2006.

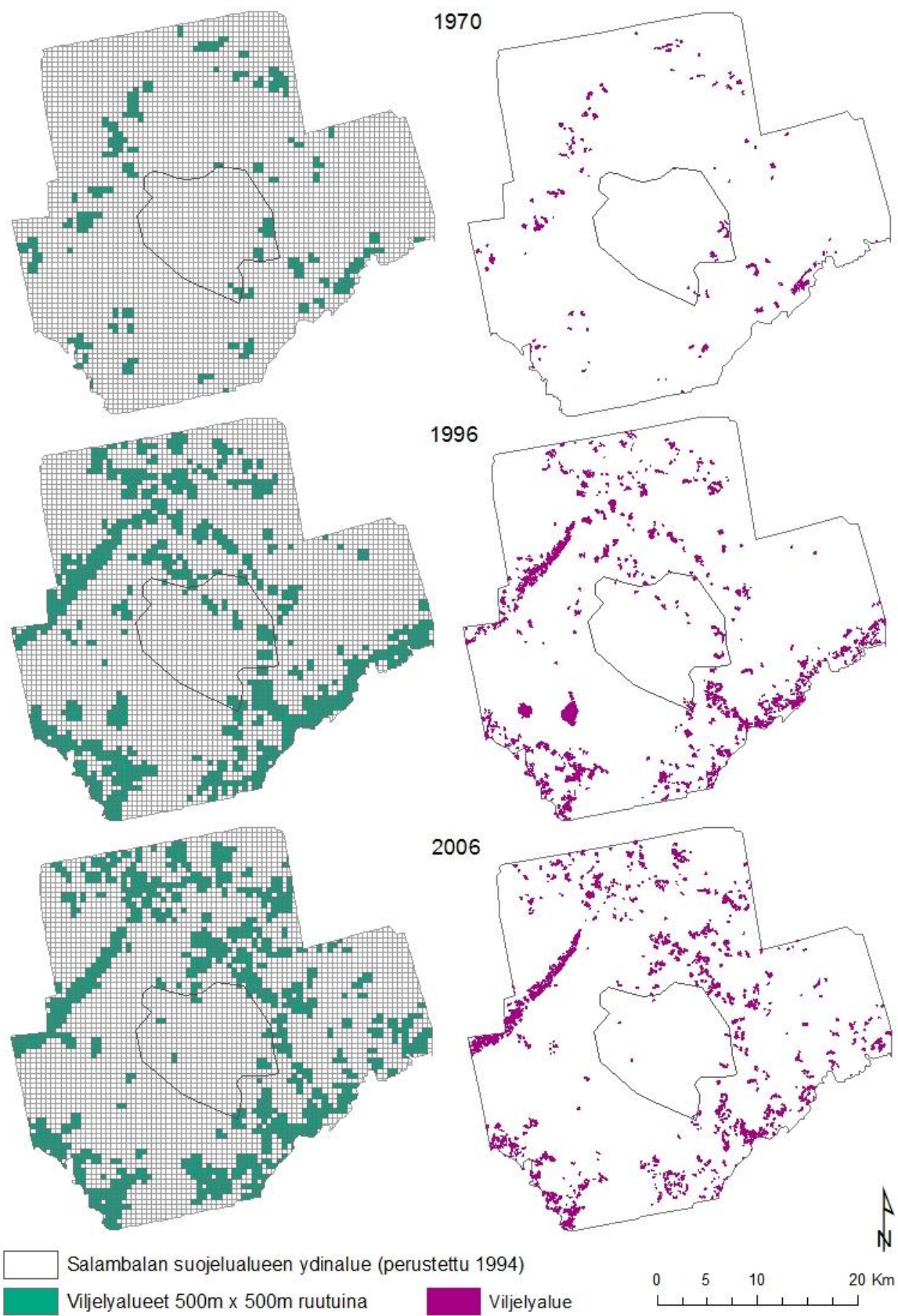
Tiestö vaikuttaa asutuksen sijaintiin merkittävästi. Pääteiden sijainti voidaan määrittää pelkästään asutuksen sijaintia tarkastelemalla, etenkin vuosina 1996 ja 2006. Myös Salambalan suojelualueelle on rakennettu asutusta vuoden 1996 jälkeen, mutta vain vähän. Salambalan ydinalueella on turistimajoitusta, joten se selittää tätä osaltaan. Ruutukartoilta teiden merkitys asutuksen sijoittumiseen alkaa näkyä selvästi vuoden 1996 aineistossa, mutta erityisen vahvasti vuonna 2006. Erityisesti tienvarsi Katima Mulilosta Ngomaan on rakennettu tiiviisti. Vuosien 1996 ja erityisesti 2006 ruutukartoilta ja digitointien perusteella voidaan havaita selkeitä asutuksen keskittymiä, eli missä suurimmat kylät sijaitsevat.

5.2. Maatalous

Karja-aitausten määrä on lisääntynyt suuresti molempina tarkasteluajanjaksoina (kuva 18), prosentuaalisesti muutos on ollut suurin piirtein yhtä suuri. Koska 1970–1996 ajanjakson pituus on 26 vuotta ja 1996–2006 vain kymmenen vuotta, voidaan katsoa, että karja-aitauksien määrä on lisääntynyt huomattavasti nopeammin jälkimmäisellä ajanjaksolla. Tähän tulokseen voi vaikuttaa osaltaan myös se, että vuoden 2006 väri-ilmakuvilta karja-aitaukset olivat paremmin havaittavissa kuin 1970 ja 1996 mustavalkoisilta ilmakuville. Karja-aitauksia näyttää olevan rakennettu varsin tasaisesti tutkimusalueelle, mutta etenkin Salambalan ydinalue erottuu tästä, sillä siellä niitä on ympäröivään alueeseen verrattuna huomattavasti vähemmän. Vuoden 2006 ilmakuvista voi havaita, kuinka karja-aitauksia on rakennettu erityisesti pääteiden reunamille. Tämä johtuu siitä, että myös asutus on keskittynyt näille alueille. Ilmakuvia ja digitointeja tarkasteltaessa voidaan päätellä, että karja-aitauksien sijoittumisessa asutuksen läheisyys on todella merkittävä tekijä. Tästä poikkeuksena on tulvatasanko, jossa karja-aitauksia on myös jonkin verran, vaikkei asutusta ole lähellä. Karja-aitausten määrän lisääntyminen selittyy karjan määrän lisääntymisellä. Tämä voi olla ongelma maaperän kulumisen kannalta ja ajan kuluessa kasvu voi olla kestänyt.



Kuva 18. Karja-aitausten määrän muutos tutkimusalueella 1970–2006.



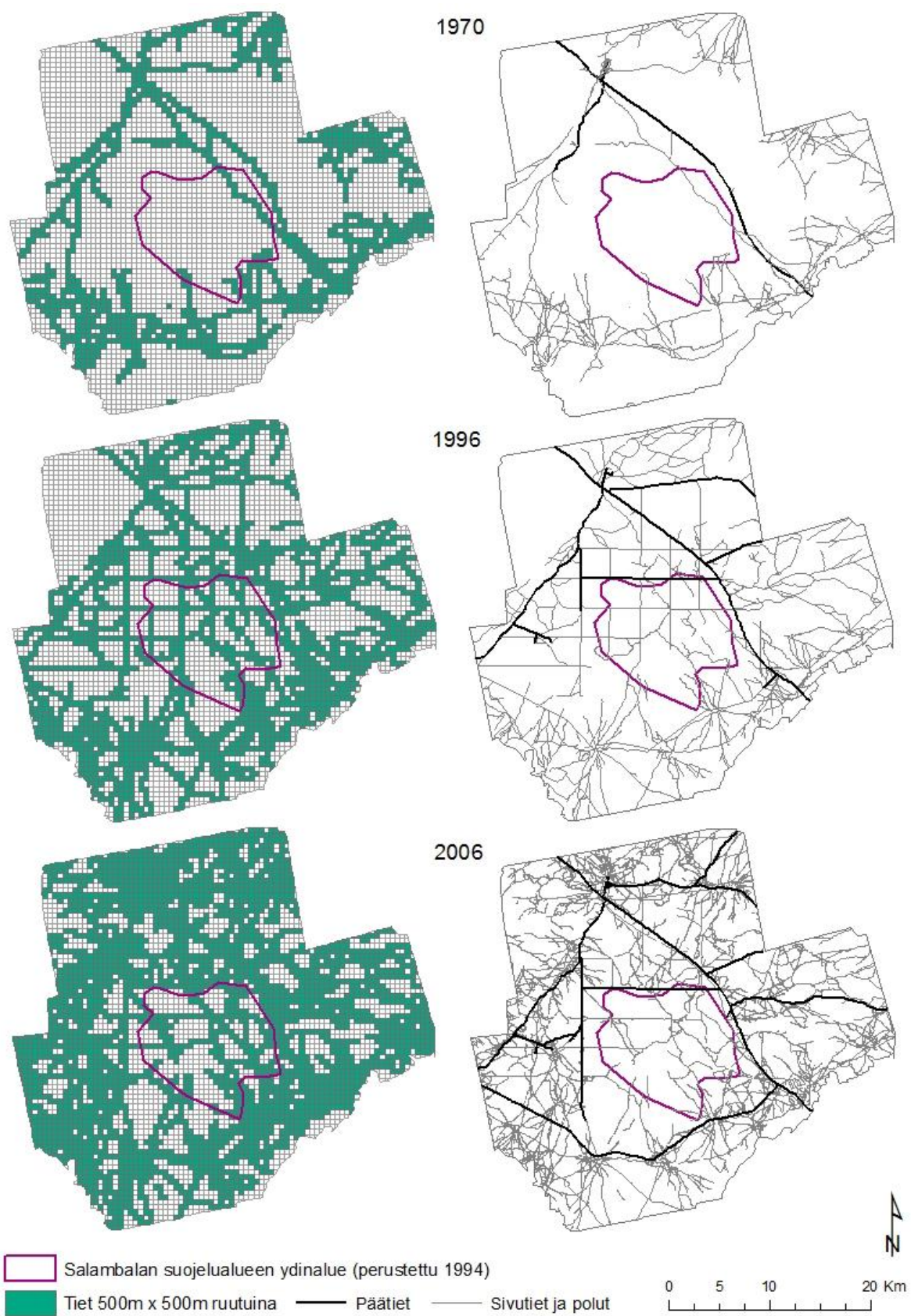
Kuva 19. Viljelyalan muutos tutkimusalueella 1970–2006.

Vuosien 1970 ja 1996 välillä viljelyala on lisääntynyt huomattavasti (kuva 19). Vuosien 1996 – 2006 välinen muutos oli kuitenkin yllättävä; viljelypinta-ala on vähentynyt jopa 12,7 %. Tulkintavaikkeudet voivat osaltaan vaikuttaa tähän tulokseen. Tämä oli ainoa kategoria, jossa oli tapahtunut vähenemistä. Viljelyalueita on perustettu lähelle asutusta ja tiestöä, mutta todella runsaasti myös tulvatasangolle. Vuodesta 1970 vuoteen 1996 Salambalan ydinalueen viljelyala on lisääntynyt, mutta sen jälkeen, vuoteen 2006 mennessä se on hävinnyt lähes kokonaan. Alueella on vuonna 2006 ollut jäljellä vain muutamia pieniä viljeltyjä alueita.

5.3. Tiestö

Vuosien 1970 ja 1996 välillä kaikkien teiden ja polkujen yhteenlaskettu pituus on kasvanut yli 240 % (kuva 20). Pääteitä on rakennettu lisää molempina tutkittuina ajanjaksoina. Niitä ei ole tutkimusalueella kuin muutama, päällystettyjäkin vain yksi. Niiden rakentaminen alueelle ei siis ole ollut kovin vilkasta. Pääteitä ei ole juurikaan raivattu uusille alueille, vaan pääsääntöisesti pienemmistä teistä on muokattu suurempia, erityisesti vuoden 1996 jälkeen.

Sivuteitä ja polkuja on puolestaan muodostunut merkittävästi molempien ajanjaksojen aikana, mutta enemmän vuoden 1996 jälkeen. Sivuteitä ja polkuja on muodostunut myös Salambalan suojelualueen ydinalueelle, tosin selvästi vähemmän kuin muualle ympäristöön. Niitä on paljon etenkin kylien ympärillä. Myös tulvatasangoilla on paljon polkuja, jotka vievät viljelyalueille. Osa poluista voi olla myös tulvatasangolla laiduntavan karjan muodostamia, mutta ihmisen ja karjan tekemiä polkuja ei ole mahdollista erottaa toisistaan ilmakuvilta.

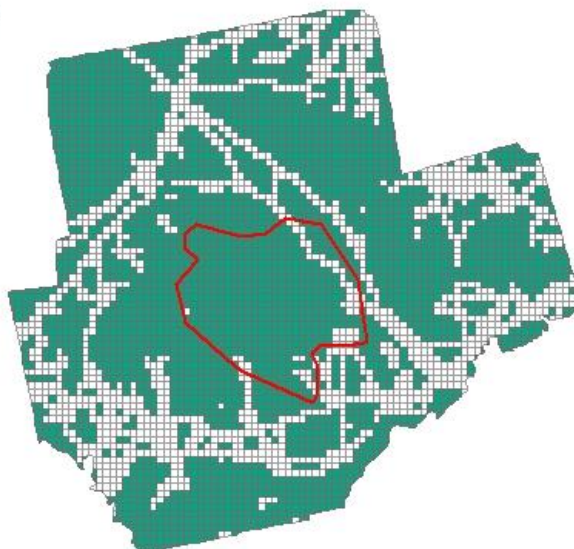


Kuva 20. Tiestön muutos tutkimusalueella 1970–2006.

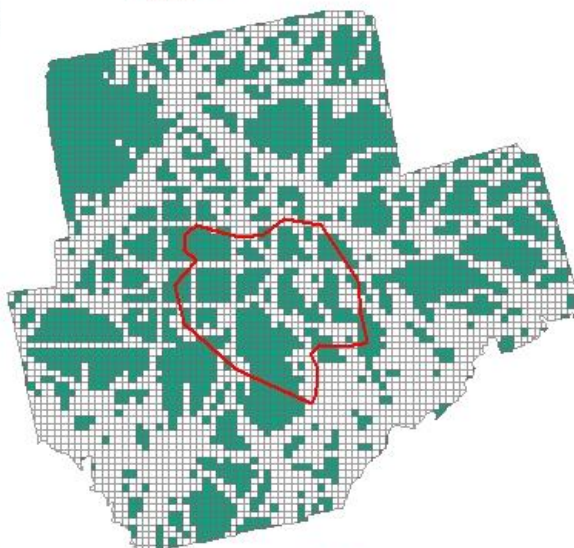
5.4. Luonnontilaiset alueet

Kun tarkastellaan ruutukartta-analyysyjä, voidaan havaita, että maatalouden, asutuksen ja tiestön käyttöön otettu alue on laajentunut huomattavasti vuosien 1970 ja 2006 välillä (kuva 21). Luonnontilainen alue on supistunut hyvin pieneksi. Salambalan suojelualueen ydin erottuu vielä ympäristöstään, mutta sitäkin on otettu osittain käyttöön. Vuoden 2006 osalta ydinalue erottuu selvemmin luonnontilaisuutensa vuoksi kuin aiempina vuosina, koska vuoteen 2006 mennessä ydinalueen ulkopuolisia alueita on otettu käyttöön aiempaa huomattavasti enemmän. Verrattuna ydinalueen ulkopuoliseen kehitykseen, ydinalue on pysynyt vielä varsin luonnontilaisena. Salambalan suojelualue luokin käyttöpainetta sitä ympäröiville alueille. Salambalan ydinalueen ulkopuolella luonnontilaiset alueet koostuvat vain pienistä laikuista. Karja laiduntaa alueella vapaasti, joten jos otetaan huomioon karjan laidunnusalueet, ovat täysin luonnontilaiset alueet todennäköisesti lähes olemattomia. Vuonna 1970 ihminen oli rakentanut etenkin teitä ja niiden ympäristöä ja alueella oli vielä laajempia käyttämättömiä alueita. Vuoteen 1996 mennessä oli rakennettu paljon sivuteitä, asutus oli levinnyt laajemmalle ja tulvatasangolle oli muokattu paljon etenkin viljelyalueita. Vuonna 2006 tulvatasangolta käyttöön otettujen alueiden osuus vaikuttaa pysyneen lähes samana kuin kymmenen vuotta aiemmin, mutta muutoin käyttöön on otettu runsaasti uusia alueita. Monet aiemmin käytössä olleet alueet näyttävät laajentuneen ja erityisesti tutkimusalueen pohjoisosissa luonnontilaisen alueen osuus on vähentynyt.

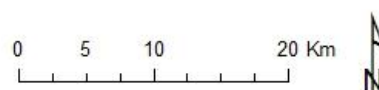
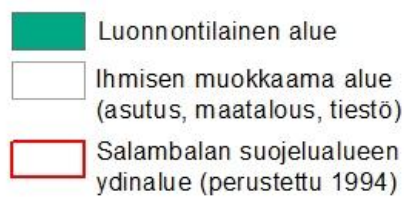
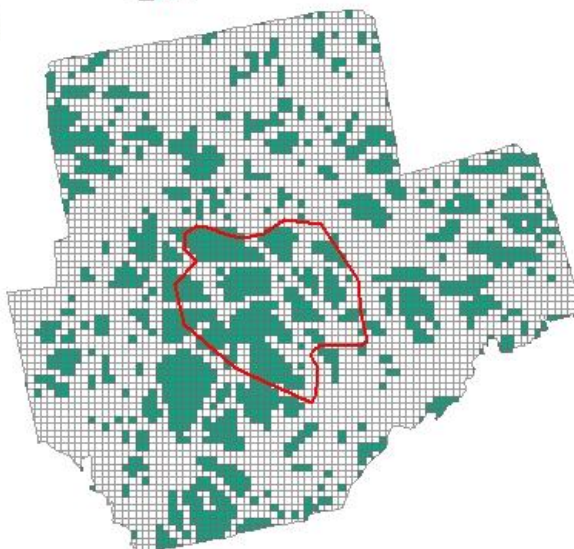
1970



1996



2006

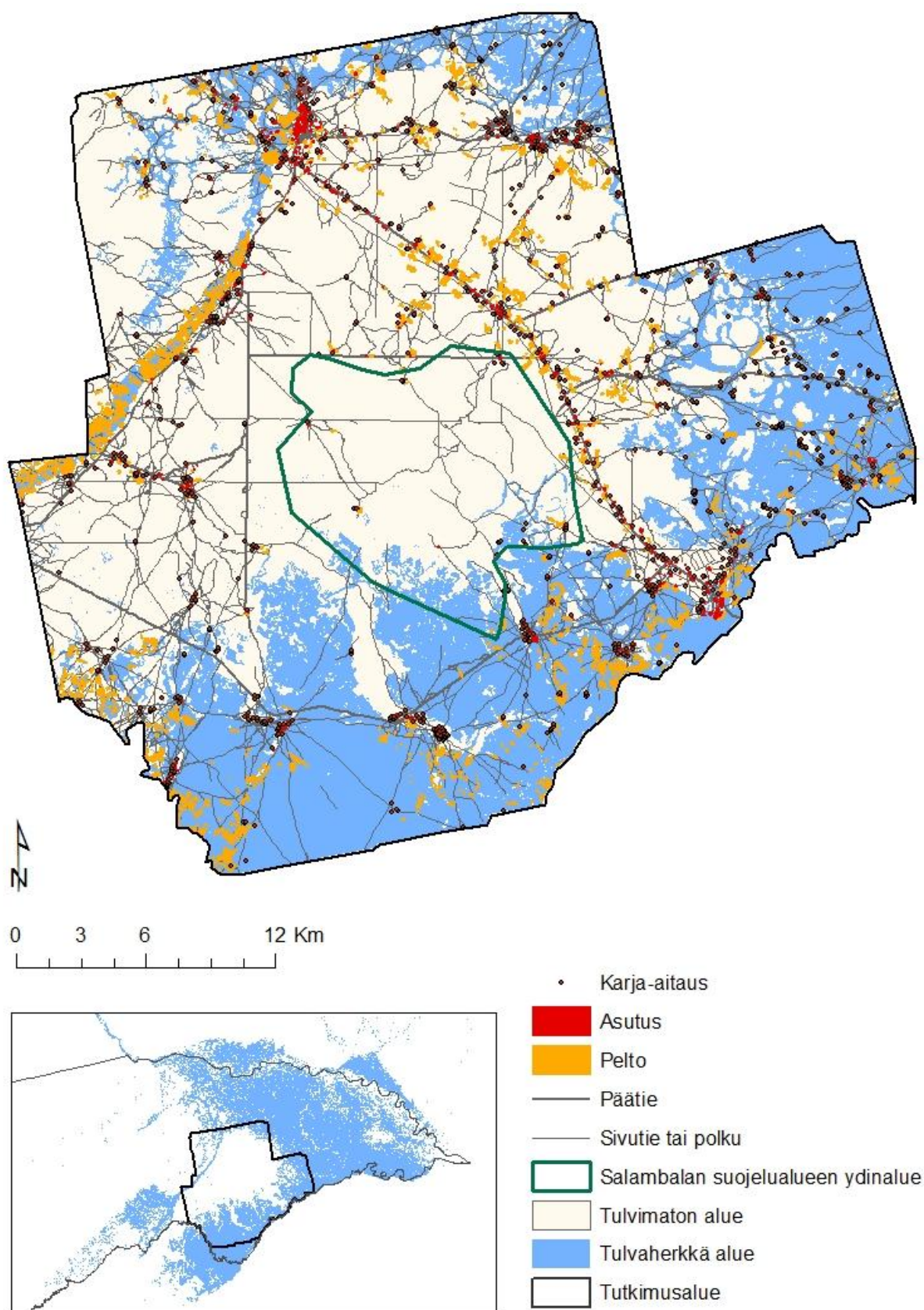


Kuva 21. Luonnontilaisten alueiden muutos tutkimusalueella 1970–2006.

5.5. Tulvan vaikutus tutkimusalueella

Vuonna 2009 Zambezi ja Chobe tulvivat poikkeuksellisen laajasti. Kun verrataan digitointeja ja vuoden 2009 tulvan peittämiä, eli tulvaherkkiä ja toisaalta kuivana pysyneitä alueita, voidaan havaita, että asutus on koko ajanjakson aikana rakennettu pääsääntöisesti korkeimmille, ja siten myös kuivimmille alueille (kuva 22). Käytössä ei ollut tietoa siitä, kuinka asutus on nyt kuusi vuotta tutkimuksen viimeisimmän ilmakuvasarjan oton jälkeen alueella kehittynyt. Mutta mikäli vuoden 2009 laaja tulva olisi sattunut vuonna 2006, tutkimusalueella olisi ollut vain vähän asutusta, joka olisi jäänyt tulvan alle (taulukko 4), vaikka tulva kattoi alueesta jopa 37 prosenttia. On kuitenkin tiedossa että tutkimusalueen ulkopuolella, erityisesti itäisillä tulvatasangoilla, suurten tulvien sattuessa ihmisiä joudutaan evakuoimaan lähes vuosittain tulvan tieltä.

Päätiet on myös rakennettu pääosin korkeammille, kuivemmille alueille, lukuun ottamatta eteläistä päätietä, joka näyttäisi laajan tulvan sattuessa jäävän osittain sen alle. Sivuteitä sen sijaan on muodostunut kaikkialle. Viljelyalueita on muokattu sekä korkeammille alueille asutuksen lähelle että matalimmille alueille esimerkiksi tulvatasangolle ja Bukalon kanavan (kuva 6) alueelle. Karja-aitaukset ovat suurimmaksi osaksi korkeammilla ja kuivemmilla alueilla, mutta jonkin verran niitä on myös tulvatasangolla.



Kuva 22. Tulvan vaikutus asutuksen ja maatalouden sijoittumiseen tutkimusalueella.

Taulukko 4. Karja-aitauksien, asutuksen ja viljelyalueiden osuudet tulvaherkillä alueilla.

Maankäyttömuoto	Karja-aitaukset	Asutus	Viljelyalueet
Määrä/ pinta-ala	193 kpl	27,7 ha	1865,5 ha
Osuus	16,8 %	4,6 %	59 %

Tutkimusalueen maasto on tasaista. Korkeusvaihtelu alueen korkeimman ja matalimman kohdan välillä on vain 14,5 metriä (Digital Elevation Model). Maaston korkeudella ja sitä myöten myös tulvaherkkyydellä ei näyttäisi olevan vaikutusta siihen, kuinka suuri osa alueesta on otettu ihmisen käyttöön, mutta niillä on hyvin suuri merkitys sille, mihin käyttöön alue tulee (taulukko 4). Asutus rakennetaan selvästi mieluummin korkeammille alueille. Sen sijaan viljelyalueiden perustamiseen tulvaherkkyys näyttää vaikuttavan enemmänkin kannustavasti, mikä selittyy tulva-alueiden ravinteikkaammalla maaperällä.

6. Pohdinta

Itä-Caprivin maankäytön muodostumiseen on vaikuttanut sen siirtomaahistorian lisäksi erityisesti alueen ilmasto ja tulvat. Niiden myötä perinteinen maanviljely on muotoutunut sellaiseksi, kuin se tänä päivänä on. Tutkimusalueen maankäyttö on pysynyt vuosikymmeniä varsin samanlaisena, mutta kuten ilmakuvatulkinta hyvin osoittaa, sen intensiteetti on kasvanut. Paine ottaa luonnontilaisia alueita esimerkiksi maatalouden käyttöön on voimistunut. Merkittävin syy tähän kehitykseen on väestönkasvu. Se uhkaa tutkitun yhteisön ja sen ekologisten ja sosiaalisten kytkösten muodostaman systeemin, eli sosioekologisen järjestelmän toimintaa.

Tutkimusalueen asutuksen ja maatalouden muutoksiin on vaikuttanut useita eri tekijöitä (kuva 23). Yksi merkittävimmistä tekijöistä ovat alueen ilmasto-olot, jotka sadannan ja lämpötilojen kautta vaikuttavat vaihtelevasti alueen kuivuuteen ja tulviin. Maankäyttöä alueella hallitaan monilla eri tasoilla. Ne vaikuttavat esimerkiksi maatalousmaan jakautumiseen ja suojelualueiden perustamiseen. Väestöön ja sen myötä maankäytön intensiteettiin ja leviämiseen vaikuttavat ennen kaikkea väestönkasvu ja vaikea hiv- ja aids-tilanne. Erityisesti karjanlaidunnus aiheuttaa seurauksia, jotka vaikuttavat tulevaisuuden maankäyttöön. Tästä voi nostaa esimerkiksi laidunmaiden kulumisesta ja pensakoitumisesta seuraavan laidunmaiden vähenemisen. Alueen yhteisöä ja sen ympäristöä uhkaavat monenlaiset ongelmat. Seuraavassa pohdin näitä ongelmia ja maankäyttöön vaikuttavia tekijöitä sekä niiden vaikutusta järjestelmän resilienssiin, haavoittuvuuteen ja sopeutumiskykyyn sekä sivuan yhteismaantragedian toteutumista Itä-Caprivissa. Uskon, että tutkimusalueen tarkastelusta saadut tulokset edustavat varsin hyvin koko Itä-Caprivia. Tutkimusalue on hyvä otos Itä-Caprivista pitäen sisällään asutusta, tulvatasankoja, suojelualueen, tärkeää tiestöä sekä perinteistä maatalousmaata. Suurin maankäytöllinen asia, joka on jäänyt tutkimusalueen ulkopuolelle, on Katima Mulilon kaupunki. Mikäli kaupungista ja sen ympäristöstä on saatavilla vastaavia ilmakuvasarjoja, olisi kaupungin kasvu ja sen ympäristön muutos myös kiinnostava tutkimusaihe.

kaupungistumiseen. Muutto kaupunkeihin onkin kiihtynyt viime vuosina, joten tämä voi selittää osaltaan asuinalueiden leviämisen hidastumista.

Väestönkasvu uhkaa alueen sosioekologista järjestelmää. Perinteinen, lähes kokonaan luonnonvaroista riippuvainen elämäntapa ei pysty turvaamaan koko järjestelmän toimintaa, jos väestö jatkaa kasvamistaan. Vaikka hiv ja aids hidastavatkin väestönkasvua, ne ovat suuri uhka järjestelmän toiminnalle. Ne iskevät erityisesti työikäisiin, joiden varassa yhteisön ruokahuolto on. Hiv-tartunnasta johtuvat sairaudet ja aids-kuolemat johtavat työvoiman vähenemiseen. Tästä seuraa viljelyn pinta-alan supistuminen, sillä Itä-Caprivin maatalous on hyvin työvoimavaltaista. Työvoiman väheneminen voi johtaa myös viljeltyjen lajikkeiden yksipuolistumiseen ja satomäärä voi pienentyä, jos työvoimaa on vähän erityisen tärkeiden ajanjaksojen, kuten istutuksen tai sadonkorjuun aikana (UN 2004: 61). Yksi resilienssiä lisäävistä ominaisuuksista on esimerkiksi maanviljelyn monipuolisuus, joten viljeltyjen lajikkeiden yksipuolistuminen lisää yhteisön haavoittuvuutta muiden uhkien edessä. Aidsin vuoksi tarvittavat lääkkeet ja hautajaiset vaativat rahatuloja, joita monella tutkimusalueen asukkaalla on ennestään vähän. Myös koulutus ja terveydenhuolto kärsivät, joka jälleen lisää yhteisön haavoittuvuutta.

Väestö alueella näyttää keskittyvän pääteiden varsille, kuten jo vuoden 1996 ilmakuvista voidaan havaita. Vuoteen 2006 mennessä väestön ja tiestön yhteys näyttää vain vahvistuneen. Hyvät kulkuyhteydet ovat yksi asutuksen sijaintiin eniten vaikuttavista tekijöistä. Erityisesti sivuteiden rakentaminen on lisääntynyt merkittävästi koko tutkimusajanjaksolla, kun väestönkasvun myötä yhä uusia alueita on otettu käyttöön. Toistaiseksi väestönkasvuun on sopeuduttu tutkimusalueella hyvin, sillä viljelyksiä on voitu lisätä ja karjalle on riittänyt tilaa laiduntaa. Sopeutuminen väestönkasvuun voi tulevaisuuden haasteiden, kuten ilmastonmuutoksen edessä olla kuitenkin hankalaa, vaikka periaatteessa tilaa uudelle asutukselle olisikin.

6.2. Maatalous

Väestönkasvun myötä tutkimusalueen viljelyala on kasvanut huomattavasti vuosien 1970 ja 1996 välillä. Viljelyalueiden perustaminen asutuksen ja päätiestön läheisyyteen helpottaa niiden saavutettavuutta, mutta tulvatasankojen ravinteikkaampi maaperä houkuttaa viljelemään runsaasti myös kauempana. Sen sijaan on yllättävää, että väestönkasvun jatkuessa – vaikkakin hitaampana –

vuoden 1996 jälkeen viljelyala on vähentynyt. Tulkintavaikkeudet tulee ottaa huomioon, mutta niistä huolimatta ero aiempaan kehitykseen vaikuttaa merkittävältä. Pieneltä osin tähän vaikuttaa Salambalan suojelualueen perustaminen, jolloin sen ydinalue on poistunut viljelykäytöstä. Mendelsohn (2002: 147) on eritellyt viljelyalan vähenemiseen vaikuttaneita tekijöitä Namibiassa, ja samat syyt näyttävät selittävän tutkimusalueen viljelyalan vähenemistä. Ensinnäkin on mahdollista, että maaperän ravinteet joillakin pelloilla ovat ehtyneet, niin ettei niillä viljely ole enää mahdollista. Toiseksi osa maanviljelijöistä on voinut löytää muita tulon- ja ravinnonlähteitä, niin ettei viljelylle ole enää niin suurta tarvetta. Kolmanneksi osa viljelyalueista on voitu raivata ja ottaa käyttöön epätavallisen sateisten vuosien jälkeen, mutta ne on hylätty, kun kuivempia vuosia on taas alkanut esiintyä. (Mendelsohn 2002: 147.) Kaikki edellä mainitut syyt ovat mahdollisia, mutta erityisesti uskon kolmannen syyn vaikuttavan tutkimusalueella, kun sateiden lisäksi otetaan huomioon myös vuosittain vaihtelevat tulvat. Myös ravinteiden ehtyminen on mahdollista, samalla kun kuivuus ja ravinteikkaan maaperän rajallisuus rajoittavat uusien alueiden käyttöönottoa viljelyyn. Vastaavia tuloksia asutuksen lisääntymisestä, mutta viljelyalueiden kasvun tyrehtymisestä ovat saaneet Tekle ja Hedlund (2000) Etiopiasta.

Tutkimusalueella viljely on esimerkiksi ilmastonvaihteluiden vuoksi hyvin haavoittuvaa. Tästä kertoo myös viljelyalan nopea kasvu vuoteen 1996 asti, jonka jälkeen vuoteen 2006 tultaessa kasvu on pysähtynyt ja viljelyala jopa vähentynyt. Väestönkasvu vaatisi lisää viljelyalueita, mutta toisaalta hiv ja aids vaikeuttavat maanviljelyä vähentämällä työvoimaa. Lisäksi kuivuuden, tulvien ja maastopalojen vaikutus viljelyyn vaihtelee vuosittain. Väestönkasvu ja erilaiset ympäristönmuutokset voivat vähentää viljelyä ja lisätä riippuvuutta karjasta, jolloin ruokahuolto ja toimeentulo muuttuvat yksipuolisemmiksi. Tämä taas johtaa pienentyneeseen resilienssiin ja yhteisön haavoittuvuuden lisääntymiseen.

Ilmakuvatulkinnan perusteella karja-aitausten määrä, ja siten myös karjan määrä on lisääntynyt tutkimusalueella koko tutkimusajanjakson ajan. Suurimmaksi osaksi tämä johtuu väestönkasvusta. Mendelsohn ja Robertsin (1997: 26) mukaan tämä karjan määrän kasvu on myös osittain seurausta rokotuksista, kun karjataudeista johtuvat karjan kuolemat ovat laskeneet. Karjan määrän lisääntyminen näyttää kiihtyneen jälkimmäisellä ajanjaksolla. Karja-aitauksia on erityisesti asutuksen ja päätiestön lähistöllä, mutta myös tulvatasangot houkuttelevat hedelmällisine laitumineen. Näillä alueilla laidunmaiden kantokyvyn rajat tulevat jatkuvasti suurenevan karjan määrän vuoksi nopeasti vastaan. Seurauksena ovat laidunten kuluminen ja pensakoituminen.

Laidunten kuluminen ja pensakoituminen heikentävät resilienssiä, koska niiden myötä yhä vähemmän laidunmaata on käytössä. Tämä taas voi johtaa yhteisön ruokahuollon vaikeutumiseen ja toimeentulo-ongelmiin, jotka puolestaan lisäävät yhteisön haavoittuvuutta. Toisaalta karjanlaidunnus viljelyn ohella myös monipuolistaa elinkeinoja, joka lisää resilienssiä.

Viljelyn haavoittuvuus voi johtaa siihen, että karjan määrää kasvatetaan entisestään. Liikalaidunnuksen haitat jakautuvat tasaisesti kaikille karjanomistajille, vaikka karjan määrä asukkaiden kesken onkin jakautunut epätasaisesti. Karjan määrän epätasainen jakautuminen omistajien kesken on seurausta varallisuuden epätasaisesta jakautumisesta, joka myös vähentää sosioekologisen järjestelmän resilienssiä. Karjanomistajat pyrkivät kasvattamaan mahdollisimman suuren määrän karjaa, kuten on havaittavissa myös merkittävästä karja-aitauksien määrän lisääntymisestä läpi koko tutkitun ajanjakson. Yhteisen resurssin käyttö on johtanut monin paikoin laidunten ylikulutukseen. Tutkimusalueen tilanne on siis yhteismaan tragedian mukainen. Tutkimusalueen kaltaisilla yhteisomistusmailla omaisuutta kasvatetaan usein hankkimalla lisää karjaa. Sosiaalisen statuksen lisäksi suuriin karjamääriin vaikuttaa esimerkiksi se, että suurempi karjan määrä vähentää totaalisen menetyksen riskiä vakavan kuivuuskauden sattuessa. Suuri karjan määrä on ongelma tilanteessa, jossa maankäytön hallinta on riittämätöntä ja väestö on kasvanut valtavasti, eikä maata enää ole saatavilla aiempaa vastaavasti. (Kroll & Kruger 1998: 316–317.) Vaikka laidunmaat ovat alkaneet kulua Mendesohnin (2002: 150) mukaan etenkin itäisellä tulvatasangolla, suurten asutusalueiden ympäristössä ja vesipisteiden lähistöllä, ei tutkimustuloksissa ole havaittavissa merkkejä siitä, että karjan määrää olisi alettu rajoittaa. Alueen laidunmaiden kantokyvyn ja tilan riittävyyden arviointiin ei tässä tutkimuksessa voitu paneutua tarkemmin.

6.3. Luonnonalaisuus

Tutkimusalueen luonnonilaiset alueet Salambalan suojelualueen ydintä lukuun ottamatta ovat supistuneet hyvin pieniksi. Ilmakuvatuloksin tulokset osoittavat selvästi, kuinka asutuksen, maatalouden ja tieinfrastruktuurin käyttöön otetut alueet ovat kasvaneet merkittävästi tutkimusajanjaksolla. Samankaltaisiin tuloksiin ovat päätyneet myös Tekle ja Hedlund (2000) sekä Erkkilä (2001) omissa tutkimuksissaan. He totesivat että tutkimillaan alueilla Etiopiassa ja Pohjois-Namibiassa metsäpeite on vähentynyt merkittävästi, mutta ihmisen asumis- ja maatalouskäyttöön ottama alue on laajentunut. Salambalan ydinalueen vertaaminen ympäristöönsä kunakin vuonna

osoittaa erityisen selvästi, kuinka paine sitä ympäröivän alueen käyttöönottoon on kasvanut. Ilmakuvatulkinta osoittaa selkeästi sen, kuinka tiestön leviäminen väestönkasvun myötä vähentää luonnontilaisia alueita, sillä rakennettu tiestö houkuttaa lisää asutusta ja maataloutta.

Luonnontilaisten alueiden supistuminen vähentää luonnon monimuotoisuutta ja sitä kautta luonnosta saatavia hyötyjä. Myös luonnonlaitumet vähenevät, jolloin tiettyjen alueiden kulumisen voi pahentua. Kun luonnon monimuotoisuus vähenee, käytettävissä olevat luonnonresurssit muuttuvat yksipuolisemmiksi. Kuten aiemminkin on todettu, johtaa yhteisön elinkeinojen yksipuolisuus haavoittuvuuden lisääntymiseen ja resilienssin vähenemiseen. Kun mahdollisuutta luonnonvarojen monipuoliseen hyödyntämiseen ei enää ole, on yhteisön vaikeampi uudistua ja sopeutua muutoksiin.

Luonnontilaisuutta on pyritty pitämään yllä perustamalla tutkimusalueelle Salambalan suojelualue. Sen ydinalue oli harvaanasuttu jo ennen suojelualueen perustamista, joten vaikuttaa, että sen perustamisesta aiheutuviin muutoksiin on loppujen lopuksi sopeuduttu varsin hyvin. Suojelualue on monipuolistanut alueen väestön elinkeinoja ja tuonut työtä ja rahatuloja. Se auttaa luonnonvarojen säilyttämisessä ja siten yhteisön resilienssin vahvistamisessa. Toisaalta suojelualue luo painetta sitä ympäröiville alueille, kun väestönkasvun ja ilmastonmuutoksen myötä tarvittaisiin lisää maa-alaa maanviljelyn ja asutuksen käyttöön. Se pienentää laidunnukseen soveltuvaa aluetta, jolloin laidunnuspaine muilla alueilla kasvaa. Tämä voi lisätä liikalaidunnuksesta johtuvia ongelmia.

6.4. Ilmastonmuutoksen vaikutukset

Ilmastonmuutoksen vaikutuksia on hyvin vaikeaa ennustaa tarkasti, joten myös niiden merkitystä alueen sosioekologisen järjestelmän toimintakyvylle on mahdotonta täysin tietää. Mutta on selvää, että ilmastonmuutoksen sopeutuminen tutkimusalueella tulee olemaan haastavaa. Köyhyys, luonnonvaroista riippuvaiset elinkeinot, väestönkasvusta ja tulvista johtuva tilanpuute ja paine jo ennestään kuivaa maata kohtaan sekä aids-kuolemat vaikeuttavat erityisesti alueen ruokahuoltoa. Merkittävimpiä ilmastonmuutoksen aiheuttamia vaikutuksia alueella ennustetaan olevan sateiden muuttumisesta ja lämpötilojen noususta johtuva kuivuuden lisääntyminen, sekä aiempaa suuremmat tulvat (Ministry of Environment and Tourism 2011: 12). Myös maastopalot voivat kuivuuden lisääntyessä yleistyä entisestään.

Erityisen vakavan kuivuuden suhteen koko yhteisön resilienssi on jokseenkin huono. Köyhimmät, vain vähän viljelyalaa ja karjaa sekä yksipuolisen toimeentulon omaavat ovat haavoittuvimpia. Rikkaammilla suurten karjalaumojen omistajilla on mahdollisuus käyttää osa karjasta ravinnoiksi tai myydä karjaa eteenpäin ja hankkia näin rahatuloja. Rahatulojen saatavuus on turvatumpaa, jos toimeentuloa saadaan useammasta lähteestä. Jos toimeentulo koostuu esimerkiksi yksipuolisesta viljanviljelystä, koko sato voidaan pahan kuivuuskauden sattuessa menettää. Vakava kuivuuskausi on häiriö, joka horjuttaa lähes koko järjestelmää, mutta esimerkiksi ruoka-avun tai rahatulojen ansiosta se voi toipua siitä. Mikäli kuivuus jatkuu kauan, voi häiriöstä toipuminen käydä vaikeaksi. Jos kuivuuskaudet alkavat ilmastonmuutoksesta johtuen pidentyä ja pahentua, on järjestelmän toimintakyky vaarassa. Tutkimusalueen yhteisön ja sen ympäristön muodostama sosioekologinen järjestelmä ei välttämättä pysty säilymään täysin samana, vaan todennäköisesti väestön muutto kaupunkeihin lisääntyy ja tarvitaan sekä toimeentulokeinojen monipuolistamista että uudistumista esimerkiksi maanviljelyn saralla.

6.5. Tulvat

Tutkimusalueen väestö ja maatalous ovat sopeutuneet hyvin alueella esiintyviin tulviin. Tutkimus osoitti, että asutus on keskittynyt pääosin kuivemmille, korkeammille alueille. Itä-Caprivissa suurin osa tulvien alle jäävästä asutuksesta sijaitsee itäisellä tulvatasangolla, jota tämän tutkimuksen tutkimusalue ei kata. Tulvat muun muassa mahdollistavat viljelyn tuottamalla ravinteikasta maata. Tästä on osoituksena myös tutkimuksen tulos, jonka mukaan jopa yli puolet tutkimusalueen viljelyksistä sijaitsee tulvaherkillä alueilla. Tulvatasangot ovat myös hyviä laidunalueita. Tulva siis sekä antaa että ottaa: suuri tulva voi vähentää resilienssiä ja toisaalta väestö on suuren tulvan kohdatessaan haavoittuva perinteisten elinkeinojensa vuoksi. Toisaalta tulvia on ollut aina, eli väestö osaa myös varautua niihin. Tulvatasankojen anti maataloudelle toisaalta vähentää pidemmällä aikavälillä haavoittuvuutta ja lisää resilienssiä esimerkiksi väestönkasvun sekä ilmastonmuutoksen lisäämän kuivuuden suhteen. Suuret tulvat aiheuttavat joka tapauksessa tilapäistä häiriötä, jolloin haavoittuvammissa asemassa olevia ovat tulvatasangoilla ja niiden läheisyydessä asuvat ja maataloutta harjoittavat ihmiset. Suurempien tulvien ja väestönkasvun myötä yhä suurempi määrä ihmisiä ja karjaa joutuu muuttamaan toistuvasti tulvien tieltä. Evakuointileirien avulla tulviin on yritetty sopeutua, mutta jos suuria tulvia alkaa esiintyä yhä

useammin, sopeutumisen kannalta olisi hyvä punnita myös uusia vaihtoehtoja. On mahdollista, että suuret tulvat täyttäsivät Liambezi-järven nykyistä useammin. Tämä vähentäisi viljelyyn sopivaa aluetta, mutta toisaalta voisi elvyttää alueen kalastusta.

6.6. Ilmakuvatulkinnan luotettavuuden arviointia

Tämän tutkimuksen tulokset ovat hyvin samankaltaisia, kuin maankäytön muutosten tutkiminen -luvussa (s. 13–16) esiteltyjen tutkimusten tulokset. Esimerkiksi Erkkilän (2001) tulosten mukaisesti myös tässä tutkimuksessa havaittiin, että uudemmat ilmakuvat olivat parempilaatuisia kuin vanhemmat. Niiden resoluutio oli parempi ja ne olivat värillisiä. Tulkinnan ongelmat olivat myös hyvin pitkälti samoja. Ilmakuvatulkinnan virhelähteitä tässä tutkimuksessa on käsitelty ilmakuvatulkinta ja virhelähteet -luvussa (s.44).

Olisi ollut mielenkiintoista, jos tutkimuksessa olisi pystytty digitoimaan talot pisteinä asuinalueiden sijaan. Tällöin olisi päästy tarkempiin tuloksiin väestönkasvun arvioinnissa. Vuoden 2006 väri-ilmakuvilta tämä olisi osittain ollut mahdollista, mutta aiempien vuosien ilmakuvat olivat liian epätarkkoja. Vuoden 2006 ilmakuvissa yksittäiset talot olivat yleensä havaittavissa, mutta välillä hiekkainen, kulunut maaperä heijasti niin voimakkaasti, ettei kaikkia asumuksia erottanut tarkasti. Asutus oli osittain todella hyvin havaittavissa niin vuoden 1996 kuin 1970 ilmakuviltakin, mutta osittain todella vaikeaa. Yksittäisiä taloja ei pystynyt erottamaan, joten asutus digitoitiin kaikkien vuosien osalta asuinalueina, polygoneina, eikä pisteinä. Toisaalta olisi myös ollut mahdotonta tietää, onko rakennus tarkoitettu asumis- vai johonkin muuhun käyttöön. Vuosien 1996 ja 1970 ilmakuvilta talorykelmät olivat yleensä hyvin havaittavissa, sillä ne poikkesivat muodoltaan muusta ympäristöstä. Toisaalta yksittäisiä taloja ja mahdollisesti talorykelmiäkin on voinut jäädä havaitsematta kuvien laadun vaihtelevuuden ja huonomman resoluution vuoksi. Asutusalueiden rajojen vetäminen eri vuosien kuvilta oli vaikeaa, ja se vaikuttaa varmasti tuloksiin. Asutuksen tarkkoihin pinta-alamittauksiin täytyy siis suhtautua varauksella. Muutoksen suunnan ne osoittavat kuitenkin luotettavasti.

Karja-aitaukset voitiin erottaa vuoden 2006 ilmakuvilta hyvin värinsä ja muotonsa puolesta. Yleensä pystyi jopa päättämään, onko karja-aitaus käytössä vai jo käytöstä poistunut. Käytöstä poistettujen karja-aitausten ympärillä ei näkynyt tummempaa aitaa ja niiden rajat olivat alkanee

häivyttyä. Myös vuosien 1996 ja 1970 ilmakuvilta karja-aitaukset oli välillä hyvin tunnistettavissa, mutta varmasti osa on jäänyt havaitsematta. Talojen läheltä etsimällä ne yleensä havaittiin, mutta toisinaan niitä oli vaikeaa erottaa puista. Näin ollen osa yksittäisistä, taloista kauempana olevista karja-aitauksista on saattanut jäädä havaitsematta.

Vuoden 2006 kuvista viljelyalueet tunnisti yleensä harmahtavan värin ja selkeiden rajojen ansiosta, mutta erityisesti tulvatasangolla oli paljon viljelyalueita, joiden rajaus oli vaikeaa. Selkeiden rajojen hahmottamiseen voi vaikuttaa se, että kuvat on todennäköisesti otettu kuivan kauden aikana. Sama ongelma ilmeni myös Erkkilän (2001) tutkimuksessa. Metsiin ja talojen lähelle oli raivattu isoja aukeita alueita, joista ei aina pystynyt päättämään onko kyseessä viljelyalue vai jokin muuhun käyttöön tarkoitettu alue. Epäselviä kohteita ei digitoitu, sillä väärin tulkittuina myös ne olisivat voineet vääristää tuloksia. Vuoden 1996 ja 1970 viljelyalueet on todennäköisesti digitoitu varsin kattavasti, ehkä jopa kattavammin kuin vuoden 2006 viljelykset. Niiden rajat olivat selkeitä, epäselviä aukkoja oli vähemmän ja osittain viljelyalueet olivat selkeämmin havaittavissa kuvien mustavalkoisuuden vuoksi.

Vuoden 2006 kuvilta tiet oli erotettavissa hyvin. Aluksi sivutiet ja polut digitoitiin erikseen omiksi shapefileiksi. Lopulta huomattiin että rajan vetäminen niiden välille on mahdotonta, joten ne on yhdistetty samaan shapefileen. Tiet olivat vuosien 1996 ja 1970 osalta suurimmaksi osaksi hyvin havaittavissa. Jonkin verran löytyi teitä tai polkuja, jotka vaikuttivat loppuvan kesken tai haihtuvan vähitellen, ilman että ne olisivat näyttäneet johtavan minnekään.

Tarkempien digitointikriteerien määrittelemine ennen digitoinnin aloittamista olisi ollut tarpeen, niin että rajaukset olisivat erityisesti asutuksen suhteen olleet mahdollisimman yhteneväisiä. Muiden maankäyttömuotojen digitointien rajanvedot oli helpompi tehdä, joten ne ovat siten myös luotettavampia. Vuoden 2006 digitoinnit ovat yleisesti ottaen kaikkein luotettavimpia, sillä erilaiset maankäyttömuodot havaitsi näiltä kuvilta parhaiten. Koska vuosien 1970 ja 1996 kuvat olivat mustavalkoisia, ei niiden väritys juurikaan auttanut, vaan niiden tulkinnassa täytyi käyttää apuna muodon vertaamista ja ympäristön tarkastelua. Eli jos kovalta löytyi tie, oli jossakin lähistöllä todennäköisesti myös asutusta. Toisaalta asutus puolestaan usein tarkoitti sitä, että lähistöltä löytyy karja-aitauksia. Yhtäkkiä loppuvat tiet johtivat yleensä viljelyalueille tai kyliin. Apuna olivat myös muiden vuosien ilmakuvat, joihin vertaamalla saattoi pystyä päättämään esimerkiksi onko kyseessä karja-aitaus vai puu. Tietoa luonnontilaisten alueiden häviämisestä olisi voitu syventää

ottamalla tarkasteluun mukaan myös satelliittikuvia. Niiltä olisi voitu tulkita metsäpeitteen muutosta alueella. Tämä voisi olla toisen tutkimuksen aihe.

Eri maankäyttömuotojen tunnistaminen ja digitoiminen ilmakuvilta on varsin luotettava menetelmä maankäytön muutosten arvioinnin apuna. Vaikka se ei varmasti koskaan voi olla täysin tarkka, on se ainakin vahvasti suuntaa antava. Tarkka resoluutio, kuvien tasainen laatu ja väri-ilmakuvat lisäävät luotettavuutta. Menetelmä on aikaa vievä, mutta toimii hyvin tarkasteltaessa pieniä alueita, tai jotakin tiettyä ilmiötä, kuten asutuksen muutosta.

6.7. Lopuksi

Kuten todettu, tutkitut maankäyttömuodot ovat vuosien 1970 ja 2006 välillä kasvaneet, laajentuneet ja levinneet kattamaan lähes koko tutkimusalueen. Samalla luonnontilaiset alueet Salambalan suojelualueen ydintä lukuun ottamatta ovat vähentyneet hälyttävästi. Suurin syy muutoksiin on epäilemättä ollut väestönkasvu. Muutoksia ovat jo nyt ehtineet aiheuttaa hiv:n ja aidsin yleistymisen sekä jo aiemmin maankäyttöön vaikuttaneet tulvat ja vaihtelevat ilmasto-olosuhteet, jotka ovat johtaneet erityisesti alueen kuivuuteen. Tulevaisuudessa haasteita tuovat erityisesti ilmastonmuutoksen lisäämät vaihtelut sadannassa ja lämpötiloissa. Ne johtavat todennäköisesti vakavampiin kuivuuskausiin sekä kasvaviin tulviin. Väestönkasvu on hidastunut, mutta vaikuttaa alueen maankäyttöön edelleen merkittävästi. Myös hiv ja aids tulevat vaikuttamaan alueella tulevaisuudessakin. Muita merkittäviä maankäyttöön vaikuttavia tekijöitä sekä nyt että tulevaisuudessa ovat laidunten kuluminen, metsäpalot ja pensaikoituminen. Tähän mennessä alueen sosioekologinen järjestelmä on pystynyt vastaamaan hyvin sitä kohdanneisiin haasteisiin, sillä tilaa on ollut riittävästi ja elämäntapa on saanut sopeutua alueen vaihteleviin olosuhteisiin pitkän ajan kuluessa. On kuitenkin epävarmaa, kuinka riittävä järjestelmän resilienssi on tulevaisuuden vakavien haasteiden edessä. Sopeutuminen voi olla hankalaa, koska tulevat – ja jo nyt näkyvät – haasteet ovat kytköksissä toisiinsa, luovat ristikkäisiä paineita ja pahentavat toistensa vaikutuksia.

Tutkimuksen aihe oli itselleni hyvin mielenkiintoinen monipuolisuutensa ansiosta. Monipuolisuus toisaalta oli myös tutkimuksen ongelma, sillä se jätti aiheeseen perehtymisen pintapuoliseksi. Pro gradu -tutkielmassa näin laajaa kokonaisuutta ei pysty käsittelemään kovin syvällisesti. Aiheen tarkempi rajaaminen olisi siis voinut olla paikallaan. Mielestäni tutkimuskysymyksiin on onnistuttu

kuitenkin vastaamaan hyvin. Ilmakuvat antavat tietoa tapahtuneista muutoksista, mutta niiden syihin tulisi perehtyä kirjallisuuden pohjalta syvemmin. Tulevaisuuden muutoksia on vaikeaa ennustaa, mutta ilmakuvatulkinta osoittaa muutoksen suuntaa. Samalla kirjallisuuden pohjalta voi esittää arvioita, jatkuuko kehityksen suunta samanlaisena. Menetelmänä ilmakuvatulkinta on varsin luotettava, mikäli aineisto on laadukasta ja kattavaa. Maastotutkimus toi ennen kaikkea runsaasti lisää ymmärrystä tutkimusalueen ja koko tutkittavan aiheen suhteen.

Tutkimuksessa tarkasteltiin lähemmin 1107,6 km² kokoisella alueella tapahtuneita asutuksen, maatalouden ja tiestön muutoksia. Vaikka tarkempi tutkimusalue kattoikin vain osan Itä-Caprivista, siltä saadut tulokset voidaan mielestäni yleistää koko Itä-Caprivia koskeviksi. Tutkimusalue valikoitui hyvin, koska se pitää sisällään monia Itä-Capriville ominaisia maankäytöllisiä elementtejä. Tutkimus tuotti uutta tietoa maankäytön muutoksista tutkimusalueella ja vahvisti ja kokosi yhteen tietoa Itä-Caprivissa tapahtuneista muutoksista ja sen tulevaisuuden uhkakuvista. Tutkimustulosten hyödyntäminen käytännössä vaatisi tarkempia tutkimuksia ja perehtymistä tutkimuksen yksittäisiin osa-alueisiin, kuten karjan määrän lisääntymisen aiheuttamiin ongelmiin tai viljelyn muutoksiin alueella. Yksittäistä osa-aluetta tutkittaessa haastattelut lisäaineistona ilmakuvatulkinnan ohella toisivat syvyyttä ja tukea muutosten tulkitsemiseen. Toinen jatkotutkimusmahdollisuus olisi keskittyä resilienssiteemaan ja tutkia tarkemmin sitä, kuinka resilientti Itä-Caprivin sosioekologinen järjestelmä on.

7. Kirjallisuus

- Adger, W. N. (2000). Social and ecological resilience: are they related? *Progress in Human Geography* 24: 3, 347–364.
- Adger, W. N. & P. M. Kelly (1999). Social vulnerability to climate change and the architecture of entitlements. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 4: 4, 253-266.
- American Society of Photogrammetry (1966). *Manual of Photogrammetry*. Falls Church, VA: American Society of Photogrammetry. 1199 s.
- Association for Local Authorities in Namibia (2012). The Scramble for the City – Urbanization in Namibia. <http://www.alan.org.na/?q=node/817>. 30.8.2012.
- Campbell, J. B. (1987). *Introduction to remote sensing*. The Guildford press, New York. 551 s.
- Campbell, J. B. (2007). *Introduction to remote sensing*. The Guildford press, New York. 626 s.
- Chinsembu, K. C. & M. Hedimbi (2010). An ethnobotanical survey of plants used to manage HIV/AIDS opportunistic infections in Katima Mulilo, Caprivi region, Namibia. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 6: 25.
- De Leeuw, P. N. & J. C. Tothill (1990). The concept of rangeland carrying capacity in Sub-Saharan Africa – myth or reality? <http://www.odi.org.uk/resources/docs/5357.pdf>. 18.8.2012.
- Devereaux, S., M. Rimmer, D. Le Beau & W. Pendleton (1993). *The 1992/93 drought in Namibia. An evaluation of its socio-economic impact on affected households*. SSD Research Report No.7. Social Sciences Division, University of Namibia.
- Elliott, J. A., N. G. Burnside, T. Broomhead, B. H. Kinsey & D. Kwesha (2006). The Nature and Extent of Landscape Change under Land Resettlement Programmes in Zimbabwe. *Land Degradation & Development* 17: 5, 495-508.
- Ellis, E. & R. Pontius (2010). Land-use and land-cover change. Encyclopedia of Earth. http://www.eoearth.org/article/Land-use_and_land-cover_change. 2.7.2012.
- Erkkilä, A. (2001). *Living on the land: change in forest cover in north-central Namibia 1943-1996*. Silva Carelica 37. Faculty of Forestry, University of Joensuu. 118 s.
- Erkkilä, A. & H. Siiskonen (1992). *Forestry in Namibia 1850-1990*. Silva Carelica 20. University of Joensuu, Joensuu. 244 s.
- FANRPAN (2010). Namibia: Veterinary cordon fence is no more. Food, Agriculture and Natural Resources Policy Analysis Network. <http://www.fanrpan.org/news/6799/>. 24.8.2012.

- FAO (1988). *Guidelines: land evaluation for extensive grazing*. FAO Soil Bulletin No 58, Roma.
- FAO. CBFiM in Namibia: the Caprivi Integrated Fire Management programme. <http://www.fao.org/docrep/015/i2495e/i2495e10.pdf>. 27.8.2012.
- Foster, K. A. (2007). A case study approach to understanding regional resilience. IURD Working Paper Series, Institute of Urban and Regional Development, UC Berkeley. <http://www.escholarship.org/uc/item/8tt02163>. 14.8.2012.
- Gallopín, G. C. (2006). Linkages between vulnerability, resilience and adaptive capacity. *Global Environmental Change* 16: 3, 293-303.
- Gunderson, L. H. (2000). Ecological resilience – in theory and application. *Annual Reviews in Ecology and Systematics* 31, 425-439.
- Hardin, G. (1968). The tragedy of the commons. *Science* 162: 3859, 1243-1248.
- Heltberg, R., P. B. Siegel & S. T. Jorgensen (2009). Addressing human vulnerability to climate change: Toward a 'no-regrets' approach. *Global Environmental Change* 19: 1, 89-99.
- Holopainen, M., E. Lukkarinen & J. Hyypä (2000). *Metsän kaukokartoitus lentokoneesta*. Helsingin yliopiston metsävarojen käytös julkaisuja 26, Helsinki. 65 s.
- Imbernon, J. (1999). Pattern and development of land-use changes in the Kenyan highlands since the 1950s. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 76: 1, 67-73.
- Jones, B. T. B. (1999). Community management of natural resources in Namibia (1999). Issue paper no.90, International Institute for Environment and Development. <http://pubs.iied.org/pdfs/7415IIED.pdf>. 20.9.2012.
- Järvinen, S. (2010). *Ilmastonmuutokseen sopeutuminen maankäytön suunnittelussa ja sen sosiaaliset vaikutukset. Tarkastelussa Varsinais-Suomen maaseutuyhteisöt*. Pro gradu -tutkielma, Itä-Suomen yliopisto. 79 s.
- Kelly, P. M. & W.N. Adger (2000). Theory and practice in assessing vulnerability to climate change and facilitating adaptation. *Climatic Change* 47: 325–352.
- Kotilainen, J. & I. Eisto (toim.) (2010). *Luonnonvarayhdyskunnat ja muuttuva ympäristö – resilienssitutkimuksen näkökulmia Itä-Suomeen*. Yhteiskuntatieteiden ja kauppatieteiden tiedekunta, Itä-Suomen yliopisto, Kopijyvä Oy, Joensuu. 192 s.
- Kroll, T. & A. S. Kruger (1998). Closing the gap: bringing communal farmers and service institutions together for livestock and rangeland development. *Journal of Arid Environments* 38: 315-323.
- Kruger, A. S. & H. Woehl (1996). The challenge of Namibia's future: sustainable land-use under arid and semi-arid conditions. *Entwicklung und ländlicher Raum* 4: 16-20.

- Kumpula, T. (2010). *Patterns of mixed land use on remote Eurasian rangelands*. Dissertations in Social Sciences and Business Studies, no 12, Publications of the University of Eastern Finland, Joensuu. 63 s.
- Lambin, E. F., B. L. Turner II, H. J. Geist, S. B. Agbola, A. Angelsen, J. W. Bruce, O. Coomes, R. Dirzo, G. Fischer, C. Folke, P. S. George, K. Homewood, J. Imbernon, R. Leemans, X. Li, E. F. Moran, M. Mortimore, P. S. Ramakrishnan, J. F. Richards, H. Skånes, W. Steffen, G. Stone, U. Svedin, T. A. Veldkamp, C. Vogel & J. Xu (2001). The causes of land-use and land-cover change: Moving beyond the myths. *Global Environmental Change: Human and Policy Dimensions*, 11: 4, 5-13.
- Lillesand, T. M. & R. W. Kiefer (1994). *Remote sensing and image interpretation*. John Wiley & Sons, Inc, New York. 750 s.
- Lillesand, T. M., R. W. Kiefer & J. W. Chipman (2004). *Remote sensing and image interpretation*. John Wiley & Sons, Inc, New York. 763 s.
- Long, S. A. & B. Jones (2004). Conservancy Institutions and Governance: Implications for livelihoods. *Teoksessa Long, S. A. (toim.) Livelihoods and CBNRM in Namibia: The Findings of the WILD Project*, 139-159. Ministry of Environment and Tourism, Directorates of Environmental Affairs and Parks and Wildlife Management, Windhoek.
- Management and Utilization Plan of Salambala Conservancy (2005). 7 s.
- Matengu, K. K. (2001). *The quest for sustainable community-based tourism in Salambala Conservancy, Caprivi region, Namibia*. Pro gradu -tutkielma, Joensuun yliopisto. 135 s.
- Mendelsohn, J., A. Jarvis, C. Roberts & T. Robertson (2002). *Atlas of Namibia. A Portrait of the Land and its People*. David Philip Publishers, Cape Town. 199 s.
- Mendelsohn, J. & C. Roberts (1997). *An Environmental Profile and Atlas of Caprivi*. Ministry of Environment and Tourism, Directorate of Environmental Affairs, Windhoek. 44 s.
- Meyer, W. B. & B. L. Turner II (1992). Human population growth and global land-use/cover change. *Annual Review of Ecology and Systematics* 23: 39–61.
- Miettinen, V. (2004). Kuiva maa, haavoittuva luonto. *Teoksessa Pikkarainen, M., T. Ranta, T. Sitari & A. Vasanen (toim.). Namibia. Elämää kuivuuden keskellä*, 19–37. Turun maantieteellinen seura, Raisio.
- Ministry of Environment and Tourism (2011). Let's act to adapt. Dealing with Climate Change- A community information toolkit on adaptation. A resource package for farmers and natural resource users in the Caprivi and Kavango regions, Namibia. Africa Adaptation Programme – Namibia Project.
<http://www.met.gov.na/AAP/TechnicalStudies/CCALeadershipTraining/Documents/Caprivi%20and%20Kavango%20Toolkit-web.pdf>. 29.8.2012.
- Ministry of Health and Social Services (2008). Report of the 2008 National HIV Sentinel Survey. Republic of Namibia.

<http://www.healthnet.org.na/documents/reports/2008%20National%20HIV%20Sentinel%20Survey%20Report.pdf>. 22.8.2012.

Moyo, S., P. O'Keefe & M. Sill (1993). *The Southern African Environment. Profiles of the SADC Countries*. Earthscan Publications Ltd, Lontoo. 354 s.

Muriuki G., L. Seabrook, C. McAlpine, C. Jacobson, B. Price & G. Baxter (2011). Land cover change under unplanned human settlements: A study of the Chuyulu Hills squatters, Kenya. *Landscape and Urban Planning* 99: 2, 154-165.

Murphy, C., D. Nheta-Manungo & E. Mwilima (2008). Who will benefit from tourism and wildlife management? Conflict management in Salambala Conservancy, Namibia. FAO, Negotiation and mediation techniques for natural resource management. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/a1081e/a1081e02.pdf>. 22.8.2012.

Murphy, C. & D. Roe (2004). Livelihoods and tourism in communal area conservancies. *Teoksessa* S.A. Long (toim.) *Livelihoods and CBNRM in Namibia: the findings of the WILD Project*, 119-138. Directorates of Environmental Affairs and Parks and Wildlife Management, the Ministry of Environment and Tourism, Windhoek.

Mustonen, V. (2004a). Siirtomaataloudesta itsenäiseen suunnitteluun. *Teoksessa* Pikkarainen, M., T. Ranta, T. Sitari & A. Vasanen (toim.). *Namibia. Elämää kuivuuden keskellä*, 149-163. Turun maantieteellinen seura, Raisio.

Mustonen, V. (2004b). Ongelmalliset maanomistusolot odottavat ratkaisua. *Teoksessa* Pikkarainen, M., T. Ranta, T. Sitari & A. Vasanen (toim.). *Namibia. Elämää kuivuuden keskellä*, 165-177. Turun maantieteellinen seura, Raisio.

Nasa Earth Observatory. Flooding in Caprivi, Namibia. <http://earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/view.php?id=49237>. 22.8.2012.

Nasa Earth Observatory (2010). Zambezi Flood Plain, Namibia. <http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=44132>. 22.8.2012.

NASCO. Conservancy profile – Salambala Conservancy. Namibian Association of CBNRM Support Organisations. http://www.nacso.org.na/SOC_profiles/conservancyprofile.php?ConsNum=38. 22.8.2012.

National Planning Commission (2012). *Namibia 2011 Population and Housing Census Preliminary Results*. National Planning Commission, Windhoek. 74 s.

Notkola, V., I.M. Timæus & H. Siiskonen (2004). Impact on mortality of the AIDS epidemic in northern Namibia assessed using parish registers. *AIDS* 18: 7, 1061-1065.

Paine, D. P. & J. D. Kiser (2012). *Aerial Photography and Image Interpretation*. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, USA. 648 s.

Pellikka P. K. E., M. Lötjönen, M. Siljander & L. Lens (2009). Airborne remote sensing of spatiotemporal change (1955-2004) in indigenous and exotic forest cover in the Taita Hills, Kenya. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 11: 221-232.

- Pielke, R. A. (1998). Rethinking the role of adaptation in climate policy. *Global Environmental Change* 8: 2, 159–170.
- Polojärvi, K. (2007). *Itä-Caprivin maankäyttö Namibian esikoloniaaliselta ajalta nykypäivään hallinnollisesta ja ekologisesta näkökulmasta*. Lisensiaatin tutkimus, Joensuun yliopisto. 113 s.
- Purvis, J. (2002). Fish and livelihoods: Fisheries on the eastern floodplains, Caprivi. DEA Research Discussion Paper no 52, Directorate of Environmental Affairs, Ministry on Environment and Tourism, Windhoek, Namibia. <http://www.drfn.info:85/pdf/RDP52.pdf>. 20.9.2012.
- Reid, H., L. Sahlen, J. MacGregor & J. Stage (2007). The economic impact of climate change in Namibia – How climate change will affect the contribution of Namibia's natural resources to its economy. Discussion Paper 07-02. International Institute for Environment and Development, Environmental Economics Programme. http://www.google.fi/books?hl=fi&lr=&id=ODT85LK17ocC&oi=fnd&pg=PR1&dq=caprivi+climate+change&ots=hzS24SorI7&sig=mbqV9_7cqapt9Y2cag61nLj6o2o&redir_esc=y#v=onepage&q=caprivi%20climate%20change&f=false. 28.6.2012.
- Siljander, M. (2009). Predictive fire occurrence modelling to improve burned area estimation at a regional scale: A case study in East Caprivi, Namibia. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 11: 380–393.
- Sweet, R. J. (1997). *Towards sustainable range management in communal areas*. Proceedings of 7th Congress of the Agricultural Scientific Society of Namibia, Windhoek.
- Sweet, J. (1998). Livestock – Coping with Drought: Namibia – A Case Study. <http://www.odi.org.uk/work/projects/pdn/drought/sweet.pdf>. 18.6.2010.
- Sullivan, S. (1996). *The 'Communalization' of Former Commercial Farmland: Perspectives from Damaraland and Implications for Land Reform*. SSD Research Report No. 25, University of Namibia, Windhoek. 76 s.
- Tekle, K. & L. Hedlund (2000). Land Cover Changes Between 1958 and 1986 in Kalu District, Southern Wello, Ethiopia. *Mountain Research and Development* 20: 1, 42-51.
- Tokola, T., H. Hyppänen, S. Miina, L. Vesa & P. Anttila (1998). *Metsän kaukokartoitus*. Silva Carelica 32, Joensuun yliopisto, Metsätieteellinen tiedekunta. Gummerus Kirjapaino Oy, Saarijärvi. 155 s.
- Tokola, T., J. Soimasuo, A. Turkia, A. Talkkari, R. Store & J. Uuttera (2000). *Metsät paikkatietojärjestelmissä*. Silva Carelica 33. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Gummerus Kirjapaino Oy, Saarijärvi. 111 s.
- Turner, B. (toim.) (2000). *Southern Africa Profiled. Essential Facts on Society, Business and Politics in Southern Africa*. Macmillan Reference Limited, London. 200 s.

- UN (2004). The Impact of AIDS. United Nations Department of Economic and Social Affairs/Population Division.
http://www.un.org/esa/population/publications/AIDSimpact/8_Chap_V.pdf. 22.8.2012.
- Werner, W. (2003). Land Reform in Namibia: Motor or Obstacle of Democratic Development.
http://www.fes.de/in_afrika/studien/Land_Reform_Namibia_Wolfgang_Werner.pdf.
 19.8.2010.
- WHO (2005). Namibia – Summary country profile for HIV/AIDS treatment scale-up.
http://who.int/3by5/support/june2005_nam.pdf. 22.8.2012.
- Virtanen, P. V. (1995). *Maankäytön perusteista*. Otatieto Oy, Helsinki. 180 s.
- World Travel & Tourism council (2012). Travel & Tourism. Economic Impact 2012, Namibia.
http://www.wttc.org/site_media/uploads/downloads/namibia2012.pdf. 24.8.2012.
- Yiran, G.A.B., J.M. Kusimi & S.K. Kufogbe (2012). A synthesis of remote sensing and local knowledge approaches in land degradation assessment in the Bawku East District, Ghana. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 14: 1, 104-213.
- Zeller, W. (2000). *Interests and Socio-economic development in the Caprivi Region from a historical perspective*. Namibian Economic Policy Research Unit, Occasional Paper No. 19, Windhoek, Namibia. 69 s.
- Zeller, W. (2009). Danger and Opportunity in Katima Mulilo: A Namibian Border Boomtown at Transnational Crossroads. *Journal of Southern African Studies* 35: 1, 33-154.
- Älli, H. (1993). *Namibia, rikas ja köyhä*. Painatuskeskus Oy, Helsinki. 111 s.

Paikkatietoaineistot:

- Atlas of Namibia Project (2002). *Digital Atlas of Namibia*. Ministry of Environment and Tourism, Directorate of Environmental Affairs, Windhoek.
http://www.uni-koeln.de/sfb389/e/e1/download/atlas_namibia/index_e.htm. 8.9.2010.
- Digital Elevation Model.
- Landsat TM 5 satelliittikuva 20.4.2009.
- Namibian Land Survey. Ilmakuvat 1970, 1996, 2006.